This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at http://books.google.com/

Google

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse http://books.google.com

BRANNER
GEOLOGICAL LIBRARY

STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES

(

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE DE L. MARTINET,
IMPRIMEUR DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE, RUE MIGNON, 2.

J. C. Brannec.

Bulletin

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE.

Tome Sixième. Deuxième série.

1848 A 1849.

PARIS,
AU LIEU DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ,
RUE DU VIEUX-COLOMBIER, 26.

1849.

St

211124

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE.

Séance du 6 novembre 1848.

PRÉSIDENCE DE M. MICHELIN.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des savants;* juin à septembre 1848.

De la part de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, *Explication de la carte géologique de la France;* t. II, in-4, 813 p. Paris, 1848; Imprimerie nationale.

De la part de M. Buteux, *Traité de la conduite des arbres fruitiers en espalier*, etc.; publié sous les auspices de la *Soc. d'horticulture du départ. de la Somme*; in-8, 71 p., 1 pl. Amiens, 1847; chez Yvert.

De la part de M. le chanoine Carrel, *Table pour réduire à la température de zéro une colonne barométrique munie d'une échelle de laiton;* in-32, 16 p. Aoste, 1847; chez Lyboz.

De la part de M. Clément-Mullet, *Rapport sur une notice de M. Cottet sur les eaux souterraines du département de l'Aube et les chances de succès que peut offrir le forage des puits artésiens dans le quartier haut de Troyes et dans la région crayeuse du dépt., fait à la Soc. d'agric. de l'Aube* (séance du 15 janvier 1847); in-8, 25 p., 1 pl. Troyes, 1848; chez Bouquot.

De la part de M. Ed. Collomb, *D'un exemple d'endomorphisme du granite des Vosges*; (Extrait de la *Bibl. univ. de Genève.* — Août 1848;) in-8, 8 p., 1 pl.

De la part de M. J. Fournet, *Aperçus sur le magnétisme des minerais et des roches et sur les causes de quelques anomalies du magnétisme terrestre*; (Lu à la *Soc. d'agriculture, histoire naturelle et arts utiles de Lyon*, dans la séance du 14

janv. 1848) ; (Extr. des *Annales de cette Société.* — 1848;) in-8°, 53 p. Lyon, 1848 ; chez Barret.

De la part de M. de La Roquette, *Islande* ; (Extr. de l'*Encyclopédie moderne*, t. XVIII, col. 417 à 428 ;) in-8, 8 p. Paris, 1848 ; chez Firmin Didot.

De la part de M. Le Blanc, *Note sur le Pyroxyle ou coton-poudre*; (Extr. des *Annales des ponts et chaussées*); in-8, 16 p. Paris, 1848 ; chez Carilian-Gœury.

De la part de M. Michelin, 1° *Lettre à M. le directeur de la Revue zoologique ;* 2° *Notice sur une variété de forme qui se présente dans les plaques de diverses espèces d'Echinides*; (Extr. de la *Revue zoologique, par la Société cuviérienne.* — 11e année ; mai 1848 ;) in-8, 3 p. Paris, 1848; chez Thunot et Cie.

De la part de M. Ch. des Moulins, *Deuxième mémoire relatif aux causes qui paraissent influer particulièrement sur la croissance de certains végétaux dans des conditions déterminées. Eclaircissements sur la construction d'un tableau de la station des plantes proposé à la Société* ; (Extr. des *Actes de la Soc. linnéenne de Bordeaux ;* t. XV, 3e livraison.—Juin 1848;) in-8, 21 p., 1 tableau. Bordeaux, 1848; chez Lafargue.

De la part de M. V. Raulin, Thèses de géologie (*Nouvel essai d'une classification des terrains tertiaires de l'Aquitaine*) et de botanique (*Sur les transformations de la flore de l'Europe centrale pendant la période tertiaire*), présentées à la Faculté des sciences de Paris le 6 nov. 1848 ; in-4, 58 p. Paris, 1848 ; imprimerie de Martinet.

De la part de M. A. Rivière, *Notice sur les conclusions que permet de déduire l'examen des flores et des faunes des différentes périodes géologiques, relativement au climat de ces périodes;* in-8, 16 p.

De la part de M. Aymard, *Essai monographique sur un nouveau genre de Mammifère fossile trouvé dans la Haute-Loire et nommé* Entélédon ; *suivi d'un aperçu sur les gîtes fossilifères du département;* (Extr. des *Ann. de la Soc. d'agriculture, sciences, arts et commerce du Puy*;) in-8, 43 p., 1 pl. Le Puy, 1848; chez Gaudelet.

De la part de M. Alexis Perrey, 1° *Mémoire sur les trem-*

blements de terre de la Péninsule Italique; (Présenté à l'*Acad. royale de Belgique*, dans sa séance du 8 janv. 1847;) (Extr. du t. XXII des *Mém. couronnés et Mém. des savants étrangers*;) in-4, 145 p.

2° *Sur les tremblements de terre de la Péninsule Ibérique*; (Présenté à la *Soc. royale d'agriculture, histoire naturelle et arts utiles de Lyon*, dans sa séance du 30 juillet 1847;) (Extr. des *Annales de cette Société*.—1847;) in-8, 54 p. Lyon; chez Barret.

3° *Documents sur les tremblements de terre au Mexique et dans l'Amérique centrale*; (Extr. des *Annales de la Soc. d'émulation des Vosges*; t. VI, 2e cah., 1847;) in-8, 37 p. Epinal; chez veuve Gley.

4° *Documents sur les tremblements de terre et les éruptions volcaniques dans le bassin de l'Océan atlantique*; in-8, 67 p. Dijon; chez Frantin.

5° *Note sur les tremblements de terre ressentis en* 1847; in-8, 48 p. Dijon; chez Frantin.

De la part de M. Quetelet, *Sur le climat de la Belgique*; 2e *partie: Direction, intensité, durée et caractères distinctifs des vents*; in-4, 75 p. Bruxelles, 1848; chez Flayez.

De la part de M. W. Hopkins, 1° *On the elevation*, etc. (De l'élévation et de la dénudation du district des lacs du Cumberland et du Westmoreland; (Extr. des *Proceedings de la Soc. géologique de Londres*, vol. III, p. 757;) in-8, 28 p. 1 carte.

2° *Report on the geological theories*, etc. (Rapport sur les théories géologiques des soulèvements et des tremblements de terre; (Extr. des rapports de l'*Assoc. britannique pour l'avancement de la science*, année 1847;) in-8, 60 p. Londres, 1848; chez Richard et Taylor.

De la part de M. John Phillips, *Memoirs*, etc. (Mémoires de William Smith, auteur de la carte géologique d'Angleterre et du pays de Galles;) in-8, 150 p., 5 pl. Londres, 1844; chez John Murray.

De la part de M. Ch. Cramer, *Beschreibung*, etc. (Description des os fossiles du *Megalonyx laqueatus*, trouvé dans la grande caverne à ossements du Tennessée (Amérique du Nord), par

le docteur Harlan); (Extr. du *Bull. de la Soc. des naturalistes de Moscou;* vol. XX, 1847), traduit en allemand par M. Ch. Cramer; in-8, 28 p.

De la part de M. David Christy, *Letters*, etc. (Lettres à M. de Verneuil sur la géologie de l'Ouest et du Sud-Ouest, suivies d'un essai sur les roches erratiques de l'Amérique du Nord;) in-8, 83 p., 6 pl., Rossville, 1848; chez J.-M. Christy.

De la part de M. James D. Dana, *On certain laws*, etc. (De certaines lois d'attraction cohésive); (Lu devant l'*Assoc. améric. des géologues et naturalistes réunie à Boston*, septemb., 1847); in-8, 22 p.

De la part de M. Joseph Leidy, 1° *On a new genus*, etc. (Sur un nouveau genre et une nouvelle espèce de Pachyderme Ruminant (*Ruminantoid*) : MERYCOIDODON CULBERTSONII); (Extr. du *Bull. de l'Acad. des sciences naturelles de Philadelphie;* nov. 1847;) in-8, 5 p., 1 pl.

2° *On a new Fossil*, etc. (Sur un nouveau genre et une nouvelle espèce de fossile Ruminant : POEBROTHERIUM *Wilsoni*; (Extr. du *Bull. de l'Ac. des sc. nat. de Philad.;* 1848;) in-8, 3 p., 1 pl.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences; 1848, 1er sem., t. XXVI, n° 25; 2e sem., t. XXVII, nos 1 à 18; — tables des 2e sem. 1847 et 1er sem. 1848.

Bulletin de la Société de géographie; 3e série, t. IX, nos 50 à 55, février à juillet 1848.

L'Institut; 1848, nos 755 à 774.

Réforme agricole, revue mensuelle, par M. Nérée Boubée; n° 1, septembre 1848.

Mémoires de la Société d'agriculture, des sciences, arts et belles lettres du département de l'Aube; 1° Tables des matières contenues dans les nos 1 à 100 de la 1re série, 1822 à 1846; 2° T. Ier, 2e sér., nos 3 et 4, IIIe et IVe trim., 1847.

Annales scientifiques, littéraires et industrielles de l'Auvergne; t. XXIe, janvier-février, mars-avril 1848.

Annales de la Société d'agriculture, des sciences, arts et belles-lettres du département d'Indre-et-Loire; t. XXVI, nos 1 et 2, 1er et 2e semestres 1846; t. XXVII, nos 1 et 2, 1er et 2e sem. 1847; t. XXVIII, n° 1, 1er sem. 1848.

Mémoires de la Société royale des sciences, de l'agriculture et des arts, de Lille; année 1846.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; t. XXI, n° 104, année 1848.

Programme des prix proposés par la Société industrielle de Mulhouse, dans son assemblée générale du 31 mai 1848; in-8, 54 p., 1 tableau. Mulhouse, 1848; chez Baret.

Annales de la Société d'agriculture, sciences, arts et commerce du Puy; t. XII, 1842-1846.

Mémoires de l'Académie des sciences, inscriptions et belles lettres de Toulouse; 3e sér., t. IV, 1848.

Commission hydrométrique de Lyon. — Résumé des observations recueillies en 1847 *dans le bassin du Rhône par les soins de la commission;* in-8°, 11 p., 8 tableaux in-4°, 2 tabl. in-f°.

Observations météorologiques faites à Dijon pendant les mois de septembre et octobre, novembre et décembre 1847, *et résumé annuel* 1847; 4 tableaux in-4°, 4 tabl. in-12.

Bulletins de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique; t. XIV, 2e partie, 1847; t. XV, 1re partie, 1848.

Mémoire de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique; t. XXI et XXII, 1848.

Annuaire de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique; — 14e année, 1848; chez Hayez.

Bulletin des séances de la Société vaudoise des siences naturelles; n° 17, séance générale du 9 février 1848.

Report, etc. (Relation de la dix-septième réunion de l'Association britannique pour l'avancement des sciences à Oxford, juin 1847); in-8. Londres, 1848.

The Quarterly Journal of the geological Society of London; nos 13 à 15, février, mai et août 1848.

The Athenæum; nos 1078 à 1097.

The Mining Journal; 1848, vol. XVIII, nos 670 à 672; 674 à 681; 683 à 689.

The Transactions of the royal Irish Academy; vol. XXI, part. II. 1848.

Abhandlungen, etc. (Mémoires de l'Académie royale des sciences de Berlin); année 1846.

Monatsbericht, etc. (Bulletin mensuel de l'Académie des sciences de Berlin); juillet 1847 à juin 1848.

Berichte, etc. (Rapports sur les communications faites par les Amis des sciences naturelles de Vienne, réunis et publiés par M. G. Haidinger); vol. III, nos 1 à 6, juillet à décembre 1847.

Neues Jahrbuch, etc. (Nouvel annuaire de minéralogie, de géognosie et de géologie, de MM. Leonhard et Bronn); année 1847, 7e cahier; année 1848, 1er et 2e cahier.

Correspondenzblatt, etc. (Feuille de correspondance de la Société royale d'agriculture de Wurtemberg); nouvelle série, année 1848, vol XXIII, t. Ier, cahiers 2 et 3.

Natuurkundige, etc. (Mémoires de la Société hollandaise des sciences naturelles); t. V, 1re partie.

Memorie, etc. (Mémoires de l'Académie royale de Turin); 2e sér., t. VII, VIII, IX, 1845, 1846, 1847.

The American Journal of science and arts, by Silliman; 2e sér., vol. IV, nos 11 à 13, septembre et novembre 1847 et janvier 1848; no 16, juillet 1848.

Proceedings of the Academy of natural sciences of Philadelphia; vol. III, nos 10 à 12, juillet à décembre 1847, et index; vol. IV, no 1, janvier 1848.

Journal of the Academy of natural sciences of Philadelphia; nouv. sér., vol. I, part. 1; 1847.

The Journal of the Indian archipelago, etc. (Journal de l'Archipel indien et de l'Asie orientale); vol. II, nos 1 et 2, janvier et février 1848.

M. de Verneuil présente, de la part de M. Pentland, une carte du lac de Titicaca et des vallées d'Yucay, Collao et Desaguadero, au Pérou et dans la Bolivie, d'après les observations géodésiques et astronomiques faites pendant les années 1827, 1828, 1837 et 1838; une feuille grand-aigle, 1848.....

M. Raulin, en réponse à quelques observations faites par M. Boubée dans la séance du 19 juin 1848 (*Bull.*, t. V, p. 445), fait observer que celui-ci, à l'exemple de beaucoup de géologues, confond dans l'Aquitaine, sous le nom de *Cal-*

caire d'eau douce de l'Agnais, trois grandes assises de calcaire d'eau douce dont il s'est appliqué à établir les caractères. Quant à ce que M. Boubée appelle *Post-diluvium toulousain*, M. Raulin ne l'a pas omis dans la classification qu'il propose; il le considère, avec tous les géologues, comme la partie supérieure des terrains tertiaires de l'Aquitaine. Pour lui ce grand dépôt argileux et arénacé renferme à sa partie moyenne, dans les environs d'Auch et d'Albi, le *calcaire d'eau douce jaune de l'Armagnac et de l'Albigeois*, circonstance qui a motivé sa séparation en deux assises, la *molasse inférieure* et la *molasse supérieure de l'Armagnac et de l'Albigeois*. Quant à l'âge de l'assise supérieure, dont M. Raulin a également admis la contemporanéité avec le sable des Landes, la présence des *Mastodon*, *Rhinoceros*, *Dinotherium*, etc., ne lui permet pas de la considérer comme *post-diluvienne*.

M. Boubée persiste à penser que le terrain de Toulouse, qui est friable et meuble, s'est déposé dans un vaste bassin creusé dans les calcaires d'eau douce de l'Agenais après la formation de ces couches.

M. Pomel fait observer que la faune des mammifères des grès de Sansans et de Simorre est trop différente de celle des terrains subapennins d'Italie, pour qu'il puisse admettre que ces terrains à *Dinotherium* soient pliocènes. Les *Dinotherium*, et les *Mastodontes*, *Rhinocéros*, *ruminants*, qui les accompagnent, n'ont été trouvés dans d'autres localités que dans des couches considérées comme miocènes.

M. Raulin répond que les molasses de l'Armagnac sont contemporaines du sable des Landes qui forme l'assise la plus supérieure de l'Aquitaine. En les rapportant tous deux au terrain pliocène, il a adopté sans discussion l'opinion de M. Dufrénoy.

M. Bayle lit la lettre suivante de M. de Boisvillette.

Chartres, 1er septembre 1848.

« Monsieur le Président,

» J'ai l'honneur d'adresser à la Société géologique quelques fragments fossiles des genres Éléphant, Antilope, Bœuf, Rhinocéros, trouvés au village de Saint-Prest-sur-Eure, 6 kilomètres

en aval de Chartres, dans une sablière exploitée pour le ballast du chemin de fer.

» Le dépôt de sable et cailloux roulés, fort restreint en étendue superficielle, et d'une puissance de 6 à 7 mètres, occupe le haut de la berge gauche de l'Eure, à 15 mètres environ au-dessus du lit de la rivière; il est recouvert de 3 à 4 mètres de terre végétale, et repose, sans intermédiaire, sur la craie blanche à silex, dans laquelle l'Eure a creusé son lit.

» L'alluvion, relativement moderne, renferme en outre des traces d'Hippopotame, de Morse, et aussi de quelques carnassiers, qui ne me sont pas venues assez nombreuses pour me permettre d'en détacher des échantillons de ma collection. Le genre Mastodonte n'y a pas laissé de débris comme dans certains dépôts contemporains du plateau de la Beauce. L'ossuaire est d'ailleurs assez considérable, mais à fragments généralement frustes, les os cariés et pulvérulents : les dents seules, celles d'éléphant prédominantes, s'y trouvent nombreuses et ont gardé quelque consistance.

M. Viquesnel donne lecture de la note suivante :

Nouvelles preuves du déplacement de la matière charbonneuse postérieurement au dépôt des terrains à combustibles.

M. Viquesnel met sous les yeux de la Société la coupe G (1) qu'il a donnée en 1843 des travaux exécutés au puits Linneville, sur les mines de *houille* de Montrelais. Il rappelle que l'amas de charbon, désigné sous le nom de *plateur* et reconnu sur une longueur de 60 à 70 mètres et sur une hauteur de 12 à 15 mètres, se reliait à la grande *veine* par une branche qui débouchait sur la voie de la galerie du niveau de 239 mètres. Trois autres branches, dont une indiquée sur la coupe par la lettre A, rejoignaient la grande veine au niveau de 250 mètres, sous une inclinaison de 30 à 40 degrés.

L'étude minutieuse des accidents mis à découvert par les travaux a conduit MM. Viquesnel, Audibert et Durocher à admettre que les couches du terrain, aujourd'hui à peu près

(1) Voir *Bulletin de la Société*, page 77 du tome Ier de la 2e sér., fig. G de la planche Ire qui accompagne une note sur le terrain à combustible du département de la Loire-Inférieure, par M. A. Viquesnel.

verticales, possédaient, à l'époque de leur redressement, une solidité suffisante pour se rompre dans certaines circonstances; le charbon, au contraire, conservait assez de mollesse pour fuir sous une certaine pression et s'injecter dans toutes les fissures que présentaient le toit et le mur.

M. Viquesnel, dans l'exploration qu'il a faite en septembre dernier avec M. Chancourtois, ingénieur des mines, et M. Cotte fils, inspecteur des travaux de Montrelais, a trouvé de nouvelles preuves à l'appui de l'hypothèse précédente. Une cinquième branche descend au niveau de 262 mètres et appuie son extrémité inférieure sur des schistes charbonneux. La galerie, ouverte à cette profondeur, a été percée en plein rocher, et cependant une cheminée montante, poussée dans la couronne, est venue déboucher sur le sol de la galerie supérieure. On a donc obtenu la certitude que les travaux bien dirigés avaient suivi le vrai toit, et que la couche de charbon se détruit à un demi-mètre au-dessous du niveau de 250. La galerie, ouverte au niveau de 273, n'est pas encore assez avancée pour faire connaître si la veine se reforme à cette profondeur. Quoi qu'il en soit, il est évident que la poche de charbon de la coupe G a été remplie aux dépens d'une couche régulière, devenue stérile sur quelques points par suite d'accidents postérieurs à son dépôt.

Les travaux actuels mettent en évidence un fait analogue, mais beaucoup moins développé que le précédent : une amande de charbon, reconnue jusqu'à ce jour sur une hauteur verticale de 34 mètres et offrant une largeur et une épaisseur variables, a pris naissance au niveau de 239 mètres dans le coupement percé perpendiculairement à la direction des couches et représenté par la figure G. La partie supérieure de cette amande, placée à une distance horizontale de 30 mètres de la grande veine et à 13 mètres environ au sud de *la plateur*, se compose de schistes charbonneux de $0^m,60$ d'épaisseur sur 2 mètres de développement horizontal. Ces schistes subissent une transformation sensible à quelques mètres au-dessous du sol du coupement et sont graduellement remplacés par du charbon de forge de première qualité.

Dans le coupement au niveau de 262 mètres, elle n'est plus qu'à une distance de 25 mètres de la grande veine. Entre 239 et 262 mètres, elle s'étend et s'élargit de plus en plus; dans la profondeur, son épaisseur varie de $0^m,50$ à 2 mètres, et son développement horizontal de 2 à 10 mètres.

Au niveau de 273 mètres, dans le dernier coupement percé

jusqu'à ce jour, l'amande se divise en deux embranchements qui n'ont pas encore été exploités : le principal, celui du nord, a 3 mètres de puissance ; celui du sud n'a qu'un mètre et se trouve séparé du premier par une cloison rocheuse de $2^m,40$ d'épaisseur. Il est très probable qu'on est parvenu à l'endroit où l'agglomération du charbon présente son plus grand renflement ; l'amande, à cette profondeur, n'est plus qu'à 15 mètres de distance de la grande veine ou du moins des couches formant le toit et le mur qui la renfermaient autrefois, car la veine est complétement détruite au point correspondant de la galerie.

Des détails précédents ressort la preuve que, dans sa partie supérieure, l'amande se rapproche de la grande veine de 5 mètres sur 19 mesurés verticalement, et de 10 mètres sur 15 dans sa partie inférieure actuellement reconnue. En supposant qu'elle conserve, en s'approfondissant, une inclinaison à peu près semblable à la dernière, on voit qu'elle doit se relier à la grande veine, à une profondeur comprise entre 283 et 290 mètres.

Le vrai toit de l'amande est formé par un banc de grès à grain fin très dur et très compacte, offrant peu de délit et dans lequel les coups de mine font peu d'effet. Le charbon de l'embranchement septentrional ne s'appuie pas immédiatement sur ce bon toit ; il en est séparé par une couche de *pierre carrée* de $0^m,80$ à un mètre d'épaisseur, fracturée dans tous les sens en petits rhomboèdres qui n'ont aucune adhérence entre eux. La cloison qui sépare les deux embranchements au niveau de 273 mètres, et qui forme le mur de la première branche, se compose d'un grès micacé à gros grain et renfermant de nombreux noyaux de quarz. Le toit de la deuxième branche se compose d'un grès schisteux très doux au toucher.

La direction générale des couches du terrain, déduite d'un grand nombre d'observations, est N. 55 à 60° O. magnétique, soit, O. 8 à 13° N. rectifiée. Le plongement presque vertical incline généralement de 5 à 7° au N. 8 à 13° E. Entre 258 et 273 mètres de profondeur, l'amande s'appuie sur des bancs qui la rejettent suivant la direction du N.-E, et plonge de 30 à 35° au N.-O. ; mais elle se redresse considérablement dans sa partie supérieure. En examinant le toit et le mur qui la renferment, on reconnaît que les couches ont subi, sur ce point, un plissement accidentel qui les a fracturées ; dans le renflement, mis à découvert à 273 mètres de profondeur, elles sont, du côté septentrional, coupées tantôt carrément, tantôt en biseau ; la paroi méridionale laisse s'échapper plusieurs petits

filons charbonneux, dont on peut suivre le prolongement dans la couronne et sur les murs du coupement : on en voit quelques uns se terminer en coin, les autres se glisser suivant la direction des couches ou se bifurquer et pénétrer dans leurs fissures.

M. Pomel donne lecture d'une notice sur le terrain crétacé d'Aix-la-Chapelle.

Note sur le terrain crétacé d'Aix-la-Chapelle, par A. Pomel.

Nous ne pouvons avoir pour but, dans cette simple note, de donner une description très détaillée du terrain crétacé des environs d'Aix-la-Chapelle, n'ayant pu consacrer assez de temps à en recueillir les éléments. Nous nous serions même abstenu d'en parler si nous ne nous fussions pas trouvé en désaccord trop grand avec quelques uns des naturalistes qui ont exposé leurs idées à cet égard au congrès des naturalistes allemands d'Aix-la-Chapelle. Un grand nombre de ses fossiles ont été décrits par Goldfuss, Rœmer, de Haguenow et M. Jos. Muller, qui est sur le point de publier la seconde et dernière partie de leur Monographie complète.

M. Dumont, M. d'Archiac et M. Debay, sont les géologues qui ont décrit les caractères géognostiques de ce terrain, et on pourra voir dans leurs mémoires combien ils diffèrent d'opinion sur ses rapports avec les terrains types. Le premier a cru y retrouver toutes les principales divisions admises par les auteurs dans le bassin séquanien; le second, et plus judicieusement à notre avis, n'y a vu que le représentant de l'étage supérieur appartenant par ses caractères généraux à un type particulier propre à la région septentrionale de l'Europe; le troisième, enfin, s'est borné à étudier un seul point de la contrée et a été conduit à en faire une coupe théorique tout à fait inexacte.

Trois points principaux sont surtout à étudier près d'Aix-la Chapelle pour saisir de suite les caractères d'ensemble de la formation.

1° Le Lusberg, longue colline isolée dirigée de l'est à l'ouest, dont le sommet domine la ville, est formé à sa base et sur une grande épaisseur de couches de sable quarzeux, plus ou moins pures ou argileuses et ferrugineuses, quelques unes étant cimentées en un grès peu dur mais très tenace; elles renferment à différentes hauteurs des lits ou même des couches d'argiles bleues

ou jaune-rouille, qui n'ont rien de constant dans leur épaisseur et ne forment que des lentilles plus ou moins étendues. On n'y a pas encore rencontré de débris fossiles d'animaux, mais il n'est pas rare d'y trouver des végétaux très remarquables par leur conservation parfaite dans quelques cas ; ce sont des troncs entiers de conifères, leurs rameaux et leurs organes de reproduction des deux sexes, tous silicifiés et non comprimés; souvent aussi il ne reste que leur empreinte sur l'argile ou les parties cimentées en grès, et l'on y remarque aussi des fragments de frondes de fougères, des feuilles de Dicotylédonés, et, ce qui est plus important, parce qu'on y trouve une preuve de l'origine marine du dépôt, des thalassophytes, dont une espèce est très voisine du genre Halyseris, ou peut-être même des espèces de vrais fucus à frondes dichotomes, plates et parcourues par une nervure centrale. Sur les pentes qui avoisinent le sommet on trouve à sa surface des fragments d'un grès très chargé de silicate de fer, et souvent tellement pétri de coquilles qu'il forme un conglomérat. Les fossiles les plus communs sont des Huîtres, des Pectoncles, des Peignes, des Cardites, des Turritelles, des Rostellaires, des Baculites, et des Bélemnites (*mucronatus* et *quadratus*). Nous ne savons si on a pu voir le gisement de ces couches fossilifères ; mais nous l'avons vainement cherché ; car il paraît être partout recouvert par la végétation, qui cacherait aussi la composition du sommet, si une carrière n'y était heureusement ouverte. Là on trouve, sur une épaisseur de 2 mètres, des couches d'un calcaire blanc sale, assez dur, quoique un peu gréseux, et renfermant des silex blanchâtres, le plus souvent opaques, se fondant sur les bords avec le calcaire et différant beaucoup de ceux de la craie; ce calcaire forme de petits bancs séparés par des lits d'argile verte ; sous les deux ou trois premiers bancs de la partie supérieure est un lit de 0,05 d'épaisseur presque entièrement composé de sable vert (silicate de fer) dans lequel on trouve abondamment des baguettes d'Oursins, des moules internes de coquilles, et des dents de Squales et de Sauriens. On y reconnaît les genres *Notidanus*, *Corax*, *Lamna*, *Mosasaurus* et *Crocodilus*, dont les espèces sont pour la plupart identiques avec celles de Maëstricht et les autres encore inconnues. Les fossiles sont excessivement rares dans le calcaire même, et je n'y en ai vu moi-même aucune trace.

Au pied sud du Lusberg est une colline moins élevée, dont on peut étudier une petite coupe derrière la tour des fortifications, à Schindanger; on y retrouve d'abord le même dépôt

sableux qu'au Lusberg, avec des lits d'argile bleu-grisâtre, contenant des débris de végétaux; mais immédiatement au-dessus de la base de la coupe, le sable se mêle de grains verts qui sont de plus en plus abondants à mesure qu'on s'élève, et qui renferment alors des fossiles très rares; nous y avons recueilli des dents de Corax et de Lamna, et une térébratule (Defrancii). A leur partie tout à fait supérieure sont des couches, ou plutôt de grandes lentilles de grès vert pétri de coquilles et renfermant quelques dents de Squales; du reste, complètement identiques avec ceux hors place du Lusberg. Ces lits ne sont ni continus, ni rigoureusement à la même hauteur; quelquefois ils se superposent, étant alors séparés par un lit de sable; les extrémités des lentilles sont moins dures et passent à l'état de sable, se confondant alors avec la masse. Au-dessus de ces parties, cimentées sans doute par de la chaux et un peu de fer, qui seules contiennent des fossiles en quantité notable, viennent encore des sables toujours très verts qui ne diffèrent en rien de ceux qui sont au-dessous, en sorte que l'on peut sans hésitation conclure qu'il n'y a qu'un seul dépôt dont les grès coquilliers sont des accidents de la partie supérieure formant une sorte d'horizon parfaitement marqué. Au-dessus du sable on trouve un calcaire peu dur presque tachant, un peu grossier et pétri de grains verts; il renferme des fossiles assez rares, mais les Bélemnites mucronées y sont aussi fréquentes que dans les grès coquilliers; il y a un plus grand nombre de Térébratules et quelques échantillons d'*Ostrea vesicularis*. Sur certaines places il y a contact entre cette craie et les parties durcies et coquillières du sable, et alors le passage des fossiles d'une couche dans l'autre est tout à fait complet. Seulement la grande quantité de Gastéropodes qui sont répandus dans le sable ne paraissent pas le dépasser; il est vrai que le calcaire n'étant pas exploité, on ne peut juger de sa richesse en fossiles que d'après ce que l'on observe dans l'escarpement dont la surface est très petite. Les silex sont excessivement rares sur une épaisseur d'un mètre ou deux que l'on peut voir; mais en suivant le chemin qui passe au pied de l'escarpement, on voit, par les morceaux qui sont à la surface, que les grains de silicate de fer sont bien moins abondants, et que les silex commencent au contraire à paraître, ayant une analogie complète avec ceux du Lusberg. Lorsqu'on s'est élevé sur la colline, on est frappé de la différence de niveau entre ce dernier point et Schindanger, mais la colline continuant à s'élever, on remarque que le calcaire occupe une

épaisseur bien plus considérable qu'au Lusberg, et on se demande la cause de cette différence aussi grande; la localité suivante pourra nous en donner une explication.

2° Vetschau est le nom d'une colline qui borne l'horizon à l'ouest, et sur laquelle s'élève un moulin à vent. Son extrémité septentrionale est séparée du Lusberg par une petite vallée; elle commence par un plateau entièrement constitué par des sables identiques avec ceux précédemment décrits, et que l'on continue à observer en gravissant la pente qui conduit au moulin à vent jusqu'à une hauteur à peu près la même qu'au Lusberg; puis on trouve le conglomérat coquillier en place dans le sable vert, que recouvre presque immédiatement un calcaire assez semblable à celui du Lusberg, mais tiqueté de vert par du fer silicaté sur une faible épaisseur; ce sont là les parties couvertes par la végétation au Lusberg; puis, sur la plate-forme, on le trouve identique avec celui de ce dernier point, et, dans les coupes fraîches, séparé en petites couches par des lits de marne verdâtre, dans laquelle sont de rares dents de Squales; mais ce qu'il importe de faire remarquer, c'est que certaines places (et c'est avec intention que je ne dis pas couches) sont excessivement riches en polypiers, tous semblables à ceux si abondants de Maëstricht et de Rugen. On y trouve même souvent des Échinites des mêmes espèces, et surtout comme plus caractéristique *Hemipneustes radiatus;* les dents de Corax n'y sont pas rares. Le calcaire a les mêmes caractères minéralogiques que sur les points où il n'est pas fossilifère; cependant il se délite plus facilement en petites plaquettes; les Mollusques y sont représentés par quelques Huîtres, des Térébratules et des Peignes. Lorsqu'on suit sur les pentes l'affleurement du contact des sables et du calcaire, on remarque qu'il s'abaisse notablement vers le sud, et surtout sur la partie occidentale, en sorte qu'il est hors de doute que le calcaire de la porte de la Tour, ou Schindanger, ne soit la continuation de celui de Lusberg, de même qu'il l'est indubitablement de celui de Vetschau. A mesure que le dépôt calcaire augmente en épaisseur il devient plus terreux; ses couches, plus épaisses, sont moins distinctes; les silex sont plus abondants, mais surtout dans les parties supérieures, où ils sont plus translucides et souvent noirâtres; les parties moyennes renferment quelques fossiles céphalopodes, Nautiles, Ammonites; les Bélemnites continuent à être assez abondantes. On y récueille aussi des Inocérames, des Spondyles, des Peignes, l'*Ostrea vesicularis*, des Térébratules et

es Échinites de la famille des Spatangoïdes, ainsi que de rares ınanchytes, (*ovata, striata*). Dans les parties inférieures, et sur ne assez grande épaisseur, le calcaire est une glauconie ter-euse, très friable, qui passe presque insensiblement aux sables erts, lesquels se manifestent presque immédiatement par leurs onglomérats coquilliers, qui sont ici beaucoup moins solides, t fournissent des fossiles en meilleur état. Du reste, là aussi n trouve des Ammonites et des Nautiles qui sont d'espèces iden-iques avec celles des couches calcaires. Nous signalerons surtout la ocalité de Vaels comme intéressante sous ce rapport, d'après les enseignements que nous a fournis M. Müller. Si, au lieu de suivre affleurement du point de contact des deux roches, on se dirige ers le point culminant de la colline, on reconnaît bientôt que la ature du sol est modifiée, car aux terres arables succèdent des ruyères, et dans les trous ou dépressions de la surface on est out étonné de rencontrer de l'eau, qui au contraire ne séjourne ımais à la surface du reste du plateau. En effet, ce sont encore là es couches de sable et d'argile sableuse, qui recouvrent le cal-aire, et que l'on peut étudier dans une excavation profonde de à 4 mètres au sommet du plateau ainsi que sur les bords du ersant ouest; ces sables sont siliceux et s'agrégent en grès parfois ossilifère, souvent aussi en petites plaquettes ou rognons très ombreux et comme fragmentaires, qui passent au silex meu-ière friable, ou bien prennent la pesanteur et l'apparence d'une oche calcaire blanchâtre, dans laquelle on trouve souvent des ossiles Mollusques ou Échinodermes, surtout de ces derniers; ouvent aussi il y a dans les sables de vrais silex blonds presque paques, qui sont encore plus riches en Échinites que la variété récédente. Les silex y sont bien certainement en place, et leurs ossiles ne peuvent laisser douter de l'âge du terrain, car on trouve une Ammonite, le Belemnites *mucronatus*, les Anan-hytes *ovata* et *striata*, Hemipneustes *radiatus*, etc., c'est-à-ire une faune identique avec celle des calcaires, et même pour uelques espèces de Gastéropodes et des Peignes avec celle des ables verts. Cette colline de Vetschau démontre donc, d'une ıanière bien évidente, qu'il y a trois étages dans ce terrain, un sableux inférieur, mêlé d'argiles, et renfermant des grains erts à sa partie supérieure, très riche en végétaux fossiles, et ans ses lits les plus supérieurs en Mollusques et Poissons; l'autre alcaire, moyen, moins riche en fossiles, mais en renfermant es plus caractéristiques; enfin, le troisième sableux, supérieur, enfermant aussi de l'argile, mais ayant pour caractéristique

des silex fossilifères de plusieurs variétés, et de nombreux Échinites pour fossiles avec quelques végétaux et des Mollusques. C'est l'étude de cette localité qui m'a démontré l'erreur dans laquelle étaient les géologues d'Aix-la-Chapelle, lorsqu'ils prétendaient que la formation calcaire était partout supérieure à celle des sables, erreur dont l'importance sera appréciée lorsque nous parlerons d'une troisième localité, celle de l'Achner-Wald, ou forêt d'Aix-la-Chapelle. M. Müller, l'un d'eux, a été fort étonné lorsque le conduisant sur la localité presque malgré lui, il a reconnu que le calcaire ne s'étendait pas jusqu'au sommet, et que les sables et argiles à silex, qu'il croyait inférieurs à ces calcaires, les recouvraient au contraire; mais il n'était jamais venu visiter ce point, malgré sa proximité de la ville d'Aix-la-Chapelle.

3° Sur les collines de l'Achner-Wald, en effet, on n'avait pas observé de dépôt calcaire vers les points qui présentent une coupe un peu complète, et lors des travaux du tunnel du chemin Belge-Rhénan on n'avait rencontré que des sables semblables à ceux du Lusberg. Lorsqu'on suit la route d'Aix-la-Chapelle à Liége on traverse d'abord une petite plaine couverte de ces sables à végétaux fossiles, et on les voit former la base de la colline élevée qu'il faut traverser pour arriver sur le territoire belge; mais ils se chargent peu à peu de chlorite, et à quelque distance avant d'arriver au sommet du col par où passe la route, on trouve les grès coquilliers du Lusberg, et ils reparaissent même sur le revers opposé à une hauteur semblable. Au-dessus, ce sont encore des sables verts sur une épaisseur de quelques pieds; mais à la hauteur du col, leur faciès change; ils perdent la chlorite et renferment des silex opaques, blanchâtres, ayant l'apparence de calcaires fortement siliceux, et renferment quelques fossiles; à la surface du plateau, ils sont très abondants et on les y a pris souvent pour du calcaire; les silex blonds sub-opaques y sont aussi très nombreux, et sont transportés sur les routes et les chemins d'exploitation, où les paléontologistes y récoltent de nombreux Échinites. La hauteur de ces points, peu supérieure à celle du Lusberg, et l'absence du calcaire au milieu des sables avait fait supposer que le calcaire s'était déposé après les sables dans une cuvette excessivement profonde et assez étroite. Ici, la place du calcaire est bien marquée par les couches coquillières, et, comme le sable vert, qui les recouvre est encore assez épais, on peut admettre qu'il représnte en partie le calcaire. Du reste, lorsqu'on suit le

:olongement de la colline vers le nord-ouest, on voit des ;ploitations de calcaire semblable à celui de Vetschau et dans quel on trouve également des coquilles fossiles et des empreintes d'une plante marine (*caulinia*). Elles sont ouvertes sur :s flancs de la colline; et, comme celle-ci se termine également, sur ce point, par des sables, il est évident que ceux-ci reposent sur le calcaire qui s'intercale de nouveau entre les eux dépôts sableux, ce dont nous avons un exemple indubiable à Vetschau. Observons actuellement que la colline de chindanger, placée entre le Lusberg et le col de la route de Achner-Wald, est à un niveau assez inférieur; que vers la olline de Vetschau le dépôt calcaire se relève et s'amincit vers : nord, sans que les couches perdent leur horizontalité, et ue de nouveau, vers le sud, il devait s'amincir, puisque, s'il énétrait dans l'Achner-Wald, il devait y être très peu puisant; et qu'en outre l'épaisseur augmente en se dirigeant vers ouest; l'on devra en conclure qu'il y avait là un petit golfe 'un bassin qui se développait vers l'ouest.

Cette première question étant élucidée, il faudrait encore echercher quels sont les rapports entre eux de ces trois dépôts uperposés et à quelles formations ils correspondent dans la érie de celles fournies par les régions types. C'est ce qu'il sera lus difficile d'établir, surtout pour la dernière proposition que ous traiterons dans les considérations générales qui terminent ette note, et après avoir recherché si ce terrain d'Aix ne se ie pas d'une manière continue à d'autres plus connus qui en ont très rapprochés : nous voulons parler de la craie de Maëstricht dont nous avons déjà reconnu plusieurs des fossiles conidérés comme caractéristiques.

Il me paraît d'abord qu'en raison des nombreux fossiles qui assent de l'un à l'autre étage, on ne pourrait séparer ceux-ci n formations distinctes, d'autant plus que ces fossiles communs ont les plus abondants et appartiennent à des formes des plus aractéristiques. Il y a de plus, en faveur de notre opinion, la iaison intime qui existe d'une manière incontestable entre les leux dépôts inférieurs. Cette liaison se manifeste à la partie upérieure des sables qui se chargent graduellement de chlorite t de calcaire au point de ressembler complétement, en certains oints, aux premiers lits du dépôt calcaire qui les recouvre et ui reste à l'état sableux mélangé fortement lui-même de chlorite et de sable. D'un autre côté, les conglomérats coquilliers le la partie supérieure de ces sables sont entièrement noyés

hameau de Kinerath, ou Kunræde, situé à l'est sur la route de Heerlen, quoique la coupe ne s'y puisse voir d'une manière directe. Mais on s'élève au-dessus de la formation crétacée et du diluvium qui le recouvre jusqu'à Climmen; et plus loin, la route longe le pied d'une colline qui s'étend jusque au-delà de Kinerath. La distance entre Fauquemont et ce point est trop faible pour qu'on puisse se refuser à admettre que les calcaires de Kinerath, situés à la même hauteur et également horizontaux, ne soient le prolongement de ceux de Fauquemont : mais, par leur structure et leur disposition, ils en sont complétement différents, étant divisés en couches nombreuses, minces et séparées par des lits d'argile, étant très durs ou mieux très tenaces, à grains fins très cohérents, tandis que les autres sont en couches très épaisses, à stratification souvent peu marquée. Les silex sont plus rares à Kinerath, mais les calcaires sont un peu siliceux, et, comme caractère qui leur est Particulier et les différencie de ceux du Lusberg et du moulin à vent de Vetschau, ils sont très riches en fossiles qui sont en assez grand nombre semblables à ceux des grès verts coquilliers d'Aix-la-Chapelle; mais il y a en outre plus de Térébratules, de Nautiles qui se mêlent à des Rostellaires, des Turritelles, des Peignes (*Janira*), des Inocérames et des Plagiostomes. On y recueille aussi parfois des empreintes végétales qui caractérisent une nouvelle espèce de Caulinites, dont un premier échantillon avait été récolté par M. Müller dans les calcaires de Schnœberg près de Vaels. Ici, comme à Vetschau et au Lusberg, on est frappé de la ressemblance du terrain avec celui du Mont-Aimé près Vertus. Il est donc établi qu'à mesure qu'on se rapproche du bord oriental du terrain crétacé, soit à Fauquemont, soit à Gallope, ou à Vaels, situés tous trois dans la même vallée, on voit partout s'opérer la même modification de texture dans la roche calcaire; et il en est aussi de même du côté de l'ouest; mais la modification augmente de plus en plus en sens inverse de manière à rendre méconnaissables les points extrêmes de la même couche.

Il s'agirait maintenant de rechercher quelle liaison existe entre la craie des environs d'Aix-la-Chapelle et celle qu'on observe sur la route de cette ville à Liége, depuis Henri-Chapelle jusqu'à Hervé. La première localité est séparée de l'Achner-Wald par une vallée dans laquelle se trouve le fameux gîte de calamine de Vieille-Montagne. Ce terrain crétacé est encore composé à sa base d'un dépôt sableux mélangé d'argile avec la

ième disposition qu'à Aix-la-Chapelle : les parties supérieures ont également riches en chlorite et renferment des fossiles; mais ces sables verts sont recouverts par un calcaire ayant tous es caractères de la craie blanche, et renfermant de même es Belemnites *mucronatus* et Ananchytes *ovata*, *striata* et Ostrea *vesicularis;* au-dessus on retrouve un dépôt argileux plus ou moins sableux, avec les silex blonds très riches en Echinites, et renfermant également des Bélemnites et autres mollusques gastéropodes et acéphales : ainsi, cette craie blanche achante, ayant quelques grains verts dans ses parties inférieures, st dans un gisement tout à fait identique avec celui du calcaire de Vaels qui a les caractères minéralogiques d'une craie chloritée ssez semblable à celle de Rouen; tous les fossiles, que j'ai vus lans la première, sont aussi très communs dans le second; et omme j'ai démontré quelle liaison il y avait entre les sables erts inférieurs, le calcaire moyen et les argiles sableuses à ilex supérieurs, je ne puis résister à croire que ces deux roches ont au même niveau géognostique, et que la forme crayeuse le la partie située entre Henri-Chapelle et Hervé n'est qu'une modification latérale du dépôt calcaire que nous avons suivi l'Aix-la-Chapelle à Fauquemont, en le voyant aussi changer l'aspect et de texture.

On m'objectera, il est vrai, que cette craie blanche est dans a coupe de la rive gauche de la Meuse, inférieure au tufau le Maëstricht, et qu'elle doit y représenter la véritable craie blanche du bassin séquanien. Mais je ne pense pas qu'il soit mpossible de tirer d'autres conséquences de cette observation. En effet, dans une formation aussi hétérogène que celle qui nous occupe, où nous voyons des couches varier, à de si courtes listances de l'état de tufau grossier, presque sans cohésion, à celui d'une glauconie crayeuse ou d'un calcaire presque compacte, on ne devra pas être étonné que, dans une partie du bassin, la roche soit entièrement à l'état de craie ou seulement lans les couches inférieures, d'autant plus que, dans certaines parties de cette coupe de la Meuse, la craie n'est plus aussi achante et aussi pure, mais devient glauconieuse. Ce n'est, à notre avis, qu'un autre exemple de cette polymorphie dont nous avons observé l'analogue à Vetschau, où une des couches, à petits polypiers, est gréseuse, presque comme l'est toute la formation à Fauquemont. Cette opinion est corroborée, ce me semble, par les mêmes faits qu'à Henri-Chapelle, car l'étage calcaire, qui se solidifierait en tufau et en un mince dépôt

de véritable craie, est encore compris entre les sables verts à Baculites, *Belemnites mucronatus*, etc., qui sont au-dessous, et les sables ou argiles sableuses à silex qui sont au-dessus et que l'on avait jusqu'à présent considérés comme appartenant au terrain tertiaire.

Il me semble que l'on peut conclure de ce qui précède que le bassin de Maëstricht forme un type particulier qui se rapporte à un seul et unique grand étage, qui se compose de deux dépôts argileux-sableux et d'un dépôt calcaire intermédiaire, que l'on subdivise ou non ce dernier en deux dépôts distincts, ce qui nous paraît encore presque inadmissible. Chacun de ces dépôts paraît avoir des fossiles qui lui sont propres; mais il en est un assez grand nombre qui se retrouvent dans les trois dépôts dans des proportions qui varient suivant les localités. Parmi ces fossiles, déjà très nombreux, il n'en est qu'un bien petit nombre qui se retrouvent dans la grande formation de craie blanche du bassin de Paris et de Londres; mais, disons-le, ce sont ceux que l'on y considère comme les plus caractéristiques : *Ostrea vesicularis*, *Belemnites mucronatus* et *quadratus*, *Ananchytes ovata* et *striata*, *Plagiostoma spinosum*, *Catillus Cuvieri*, *Terebratula Defrancii*, *Magas pumilus*.

On avait cru reconnaître entre les coquilles fossiles des sables verts d'Aix-la-Chapelle et celles de la craie d'Angleterre, figurées par M. Fitton, une grande analogie; mais celle-ci se réduit à des identités génériques, de même que pour la craie verte de Rouen, où se retrouvent des espèces très voisines mais différentes de celles du terrain qui nous occupe; c'est ce qui ressort surtout du beau travail que publie M. Jos. Müller sur les fossiles d'Aix-la-Chapelle, et surtout de l'examen de la belle collection qu'il en a formée. Je dois aussi à son obligeance une liste des espèces qui seront décrites dans le second fascicule de sa *Monographie*, mais je m'abstiendrai de la publier ici à cause des modifications que pourrait y introduire l'auteur jusqu'à l'époque de la publication.

On comprend combien il serait important de rechercher quels sont les rapports qui existent entre ce terrain crétacé et celui du bassin parisien; cette question devrait sans doute être résolue aux environs de Mons, où le tufau repose sur une craie blanche, qui est si rapprochée des localités où il est incontestable que se trouve la vraie craie parisienne. On conçoit cependant qu'il se pourrait que ce fût une couche semblable à celle des environs de Liége, et que l'on retrouve du côté de Folx-les-

Caves; car on ne peut reconnaître ici s'il existe encore au-dessous de cette craie blanche des sables et grès analogues à ceux d'Aix-la-Chapelle, etc. Mais actuellement il ne nous paraît pas prudent de considérer la craie blanche de Ciply, comme le prolongement de celle du bassin parisien, pas plus que de l'identifier avec celle de Henri-Chapelle et de Hervé; car, dans ces derniers cas, il faudrait au moins assimiler les sables verts d'Aix-la-Chapelle à la craie chloritée dont tous les fossiles en sont certainement différents. Conséquemment, le terrain de Maëstricht ne nous paraît pas encore pouvoir être sûrement comparé à celui de la craie séquanienne.

Mais en considérant l'ensemble de ces fossiles, on peut au moins établir que les couches les plus inférieures ne sont pas plus anciennes que la craie blanche, et que les plus récentes sont à peu près de l'âge du terrain pisolithique du bassin parisien, et je dis à peu près, parce qu'il se pourrait bien que ce dernier fût encore un peu plus récent, surtout aux environs de Paris. Et de plus, il ne nous paraît pas impossible que tout le terrain de Maëstricht, sables verts et argileux compris, fût en entier postérieur au dépôt crétacé parisien, et ne dût être rangé dans un étage plus élevé avec le terrain danien; c'est ce que tendraient à faire admettre le faciès si remarquable de la faune paléontologique de ce terrain, faune qui renferme un grand nombre d'espèces de genres dont les représentants sont rares au-dessous des terrains tertiaires et au contraire très abondants dans ceux-ci. Nous ne nous arrêterons pas plus longtemps sur ces questions, mais nous ferons quelques autres remarques plus importantes sous un autre point de vue, celui de l'extension de ce type particulier de terrain crétacé.

Le bassin de Maëstricht a cela de particulier, en effet, qu'il forme le lien qui réunit au bassin parisien les dépôts crétacés du Nord, qui sont d'un type semblable au sien; car dans un grand nombre de localités, dans la Westphalie, dans les États danois, sur les côtes de la Baltique en Prusse, dans la Saxe, et peut-être dans certaines parties du dépôt crétacé de Hanovre, et enfin dans d'autres régions plus orientales, sur lesquelles nous avons moins de renseignements positifs, on trouve des terrains crétacés qui montrent de grandes analogies avec celui que nous venons de décrire. Dans les États danois il y a à la base un dépôt de sables verts renfermant plusieurs des fossiles de Maëstricht, et notamment le Mosasaurus, des Squales, et beaucoup de coquilles fossiles des sables inférieurs d'Aix-la-

Chapelle; il y a de même des végétaux fossiles (feuilles de Dicotylédones, branches de Conifères, fruits, etc.); au-dessus une craie blanche comme à Maëstricht, avec les mêmes fossiles, et plus haut encore des calcaires corallins, séparés des couches inférieures par M. Desor sous le nom de terrain Danien, qui représente mieux notre calcaire pisolithique; dans l'île de Rugen, M. Hagenow a retrouvé dans une craie blanche tous les polypiers de Maëstricht et les mêmes brachiopodes (Cranies, thécidées, etc.).

En Westphalie, on a recueilli la plupart des espèces de Squales de Maëstricht, d'Aix-la-Chapelle et de Vertus, dans un calcaire très voisin de celui de cette première localité par sa structure et sa couleur, mais un peu plus résistant. Il repose de même sur des sables. Un genre de poissons que l'on n'avait encore observé que dans ces couches crétacées (les *Isticus Agass.*) vient d'être retrouvé dans le calcaire pisolithique du Mont-Aimé. En Saxe et en Bohême ce sont encore les mêmes fossiles, la même succession de dépôts, et la même indépendance qu'aux environs d'Aix-la-Chapelle; en sorte que l'on serait tenté de considérer la craie blanche parisienne comme confinée dans le nord de la France et en Angleterre, tandis que le type crétacé du Nord, peut-être plus récent dans toutes ses parties, se serait étendu sur de grandes surfaces, ou dans de nombreuses régions, toujours un peu plus septentrionales, ce qui tendrait à faire admettre un phénomène remarquable de dénivellation et indiquerait une indépendance de formation que ne semble pas posséder la craie blanche de France et d'Angleterre. Il est à remarquer aussi que la craie de l'Amérique du nord est presque essentiellement composée de grès verts renfermant des Baculites, de très rares Ammonites, des *Belemnites mucronatus* et *Ostrea vesicularis*, avec des *Mosasaurus* et des Crocodiles très voisins de ceux de Vertus, c'est-à-dire appartenant au sous-genre de Gavials, et constituant les premières espèces qui, par leur système vertébral, s'éloignent du type des Palæosauriens, pour ressembler à celui des Crocodiliens actuels, ce qui, évidemment, rapproche bien plus cette région du type crétacé du nord que de celui du bassin parisien.

Nous terminerons ces considérations générales en faisant observer qu'elles constituent une partie de notre travail distincte de la première, en ce que celle-ci est une conséquence directe de nos observations, tandis que la dernière résulte de comparaisons des descriptions d'auteurs, et qu'elle a surtout pour but de signaler à

l'attention des géologues une série de faits dont nous ne faisons qu'entrevoir les relations.

M. d'Archiac ne pense pas que les diverses portions de coupes, que M. Pomel s'est efforcé de relier et de coordonner, démontrent suffisamment les rapports qu'il a voulu établir. L'extension donnée à l'étage de la craie supérieure de Maëstricht, en y comprenant toute la colline de Lusberg et celle du bois d'Aix, ne lui semble pas non plus justifiée au point de vue stratigraphique. La superposition de la craie supérieure à la craie blanche, dans la colline même de Saint-Pierre, comme à Ciply, ne peut laisser aucune incertitude sur l'âge de la craie de Maëstricht relativement à la craie blanche du nord de la France, et, quant à leur disposition sur les bords de la Meuse et aux couches qui constituent le plateau supérieur de Saint-Pierre, M. d'Archiac s'en réfère à la coupe proportionnelle que M. Le Blanc et lui ont donnée dans le *Bulletin* (vol. XII, p. 261, pl. VI), coupe que M. Pomel ne paraît pas avoir connue. Enfin, les divisions adoptées par M. d'Omalius, dans son *Coup d'œil sur la géologie de la Belgique*, semblent être beaucoup plus conformes à la nature que les nouveaux rapprochements que l'on propose, lesquels sont également contraires à l'opinion émise par MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont dans la carte géologique de la France.

M. Durocher communique la note suivante :

Conclusions d'un Mémoire sur les gîtes métallifères de la Suède, de la Norvége et de la Finlande, par J. Durocher.

Pendant le cours des deux voyages que j'ai faits en Suède, Norvége et Finlande, j'ai visité les principaux centres de mines, et j'ai pu ajouter de nouvelles observations à celles de mes devanciers. J'ai reconnu dans ces contrées tous les types de gîtes, des dépôts horizontaux et superficiels, des dépôts formés dans des fentes préexistantes, tels que *filons*, *veines irrégulières*, *amas de contact*, et en outre, des *amas interstratifiés dans les roches schisteuses*, et des *couches métallifères*. La plupart des mines de fer sont ouvertes sur des *amas con-*

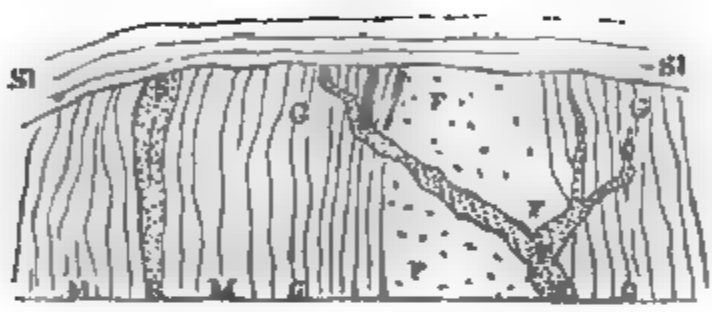
cordants ou *plaques interstratifiées*, et les dépôts de sulfures ou sulfarséniures consistent généralement en couches de schistes cristallins ou de pierres calcaires imprégnées de particules métalliques. Ce dernier mode de gisement, que l'on avait considéré jusqu'à ce jour comme propre aux fahlbandes de Kongsberg, est général en Scandinavie et appartient à beaucoup de mines de cuivre, de cobalt et de plomb argentifère.

Par des tableaux, comprenant un nombre considérable de gîtes, je fais ressortir la connexion qui existe entre les sulfures métalliques et les roches qui les renferment : je démontre que le gneiss proprement dit, le granite et les roches feldspathiques du nord de l'Europe sont ordinairement pauvres ou même stériles en sulfures, et ne contiennent que des oxides de fer. Le sulfure de cuivre, les sulfarséniures cobaltifères se trouvent habituellement dans des roches schisteuses, à bases de quartz, mica, chlorite, amphibole et carbonate de chaux; la galène argentifère affecte de préférence les roches calcaires en Scandinavie, comme en beaucoup d'autres contrées, telles que l'Espagne, la Silésie, la Pologne, diverses parties de l'Allemagne et le nord de l'Amérique.

Je montre la généralité du phénomène des skölar, c'est-à-dire des veines de chlorite et de talc, le long desquelles sont accumulées la pyrite de cuivre, la blende et la galène à Falun, et qui offrent des caractères de concentration analogues dans d'autres mines. Cette connexion intime des skölar et des sulfures n'avait encore été signalée qu'à Falun : toutefois, il est remarquable que la concentration ne s'est pas produite également sur tous les composés métalliques. En effet, aux mines de Skutterud et de Snarum, elle a eu lieu moins sur le sulfarséniure de cobalt que sur le mispickel cobaltifère et la pyrite cuivreuse; aussi le minerai associé aux skölar ou à gangue chloriteuse, que l'on nomme *raadensteen* (pierre pourrie) et qui abonde à Snarum, est de moins bonne qualité que celui qui est répandu dans la roche de quartz et qu'on nomme *friksteen* (pierre fraîche ou dure).

Les gîtes principaux de la Suède doivent être comptés parmi les plus anciens de ceux qui ont été observés jusqu'à ce jour dans l'épiderme de l'écorce terrestre; j'ai reconnu qu'ils sont antérieurs aux dépôts sédimentaires où l'on a rencontré les formes végétales et animales de la plus haute antiquité. Je ne veux pas conclure de là qu'à l'époque où ils ont pris naissance,

il n'existait aucun être organisé; et même la présence de bancs calcaires et de matières charbonneuses, accompagnant les gîtes de minerai, tend à faire présumer que déjà il y avait, à la surface de la terre, des végétaux et des animaux; mais il n'en est pas resté d'empreinte reconnaissable dans les terrains encaissant les gîtes dont je parle. Ces schistes cristallins métalli-



SI — Couches siluriennes.
GG — Gneiss.
MM — Micaschiste et autres schistes cristallins.
SS — Sulfures métalliques imprégnant les schistes cristallins.
FF — Minerai de fer oxidulé en amas enclavés dans le gneiss.
YY — Filons de granite à grandes lames traversant les amas de minerai de fer ainsi que le gneiss.

fères sont en couches redressées, et les gîtes principaux y sont intercalés verticalement, et ordinairement dans le sens de leur schistosité ou de leur stratification. On ne les voit point pénétrer dans l'étage silurien inférieur qui s'appuie dessus à stratification transgressive et qui se montre parfois en couches horizontales. Ces couches n'ont point été affectées par les phénomènes de soulèvement qui ont redressé les micaschistes et les gneiss situés dessous, et qui sont probablement liés à la formation des dépôts métallifères. D'ailleurs, la preuve la plus convaincante de la postériorité des couches siluriennes inférieures, c'est-à-dire des couches fossilifères les plus anciennes aux gîtes d'oxide de fer, nous est fournie par des filons de granite à grandes parties (YY), qui traversent les mines de fer sans pénétrer dans les couches siluriennes, sans en avoir dérangé la stratification. Celles-ci sont donc nécessairement plus modernes : elles renferment aussi, en certaines régions, des dépôts métallifères, mais dans des conditions de gisement tout à fait différentes, comme nous le verrons tout à l'heure.

Il est remarquable que, dès l'époque primitive à laquelle remontent les gneiss et les schistes cristallins de la Scandinavie, la presque totalité des corps simples, à l'exception de 10 ou 11, ait apparu à la surface de notre planète, et que ces corps s'y

trouvent réunis dans une contrée très circonscrite, et, pour ainsi dire, sur un même point.

Les phénomènes, dont les dépôts métallifères de la Scandinavie ont conservé l'empreinte, sont plus complexes qu'on ne l'a supposé. Il y a eu, non pas un phénomène unique et immédiat, mais des actions successives dont l'ordre chronologique est souvent très bien marqué. Voici quelques uns des faits généraux que j'ai observés.

Les roches schisteuses et calcaires qui sont dépourvues de fossiles, et recouvertes à stratification transgressive par les couches siluriennes, peuvent être divisées en deux systèmes. L'un formé principalement de grès avec mélange de granite, d'un peu de micaschiste et de calcaire cristallin, riche en minéraux silicatés, constitue la plus grande partie de la Finlande et de la Suède. L'autre système renfermant des schistes argileux, des grauwackes, des calcaires souvent peu modifiés, des quartzites, des poudingues, avec des schistes cristallins, micacés, chloriteux, et même des couches de gneiss, constitue une partie de la Norvége, et se montre fort développé dans les provinces de Bergen et Drontheim.

Les dépôts de fer oxidulé et oligiste qui se trouvent à la fois dans ces deux systèmes ont en général été formés après une certaine espèce de granite à grains moyens, et à peu près à la même époque que les diorites ou roches amphiboliques. Ces dépôts sont accompagnés de divers silicates ferreux et calcifères, principalement d'amphibole, pyroxène, épidote, grenats, etc.; souvent le fer oligiste a éprouvé une sorte de diffusion dans des schistes quartzeux, et le fer oxidulé dans des roches calcaires. Un peu plus tard, au milieu des schistes cristallins, des diorites et des amas ferrifères est venu s'injecter du granite à larges lames d'orthose et d'oligoclase, passant à la pegmatite : c'est ce granite que je mentionnais tout à l'heure, et qui est figuré sous forme de filon dans la coupe ci-dessus.

En un endroit, à Pitkäranta, en Finlande, le fer oxidulé, associé au diorite, est accompagné d'oxide d'étain, de pyrite cuivreuse et de divers sulfures; cette association multiple n'avait encore été observée nulle part. En Norvége il y a de nombreux gîtes de fer chromé, contemporains de la serpentine qui est interposée au milieu des schistes anciens et parfois associée à une roche diallagique.

La formation des skölar ou veines chlorito-talqueuses qui tra-

versent les roches stratifiées, les masses amphiboliques et ferrifères, a été généralement accompagnée ou suivie du dépôt des sulfures et sulfarséniures de cuivre, cobalt, plomb, etc., que l'on trouve répandus à l'intérieur des roches. Des sulfures analogues, de l'argent et de l'or natifs se sont aussi déposés, mais généralement un peu plus tard, dans des filons; ils ont rempli des fentes bien caractérisées, mais ordinairement peu étendues en longueur.

Dans beaucoup de gîtes d'oxides de fer et de sulfures on trouve de la chaux carbonatée, des zéolites et autres minéraux cristallisés dans des fissures ou des druses; ils ont pris naissance postérieurement aux matières métalliques, et leur production a pu se prolonger longtemps après, contrairement à l'opinion des géologues qui voudraient regarder toutes les substances contenues dans une même mine comme ayant été produites simultanément par un même phénomène. Ainsi, à Falun, j'ai observé un conglomérat de fragments quartzeux et cuprifères, cimentés par de la laumonite. La roche de quartz, dans laquelle s'était déposée la pyrite cuivreuse, a donc été disloquée, réduite en fragments, qui ont été usés par frottement, et ensuite réagglutinés par cette zéolite.

A la suite de la période silurienne, au milieu des schistes et calcaires paléozoïques, ont surgi des porphyres euritiques et quartzifères, des granites, de la syénite zirconifère et des diorites, c'est-à-dire des roches de la même espèce que celles qui se trouvent dans le gneiss, mais offrant des caractères pétrographiques différents (1); ensuite, près de la séparation de ces deux ordres de roches (massives et stratifiées), se sont formés de nouveaux dépôts de fer oxidulé, parfois en connexion avec des diorites, ainsi que des amas de contact de pyrite cuivreuse et de galène, déjà observés par MM. Keilhau et Daubrée.

Les périodes secondaires et tertiaires n'ont pas été signalées en Scandinavie par la formation de nouveaux gîtes métallifères, mais aujourd'hui la décomposition des pyrites et la dénudation des roches ferrifères fournissent aux eaux courantes les éléments de nouveaux dépôts de minerais de fer qui, avec le concours

(1) C'est un fait curieux de voir qu'à la suite de la période silurienne il y ait eu des éruptions plutoniques qui ont fait surgir des roches spécifiquement analogues à celles de la période gneissique, et qu'il y ait eu aussi des dépôts de minerais analogues, mais présentant des caractères de gisement fort différents.

de principes organiques, se forment au sein d'un grand nombre de lacs et de marais; c'est probablement à cette cause que l'on doit attribuer la teinte jaunâtre qui est particulière aux eaux de certains lacs et rivières du nord de l'Europe.

M. de Verneuil demandant à M. Durocher dans quelle localité se trouve le terrain composé de grès, calcaires, etc., qui est inférieur au système silurien, ce dernier répond qu'on le rencontre dans toute la région de Drontheim, et qu'il s'étend jusqu'au cap Nord.

M. Durocher donne ensuite lecture de la notice suivante :

Observations sur les rapports qui existent entre la nature minérale des divers terrains et leurs productions végétales, par J. Durocher.

Depuis plusieurs années que j'explore l'ouest de la France, j'ai observé beaucoup de faits concernant l'influence de la nature minérale des différents terrains sur le développement des végétaux; je vais citer ici quelques uns de ces faits.

Envisagés sous le rapport agricole, les terrains qui composent le sous-sol de la Bretagne et des régions limitrophes peuvent être partagés, abstraction faite de leur âge géologique, en cinq classes: 1° granite et schistes cristallins (à éléments granitiques); 2° schiste argileux et grauwacke; 3° grès quartzite et schistes quartzeux; 4° dépôts tertiaires argilo-graveleux et caillouteux, se rapportant à l'étage moyen; 5° terrains calcaires.

D'ailleurs on peut établir trois grandes divisions agronomiques : 1° les cultures et les prairies ; 2° les forêts ; 3° les landes ou friches. Par mes études géologiques, j'ai déterminé le mode de répartition des landes et forêts à la surface des divers terrains; j'ai reconnu qu'en Bretagne et dans les contrées environnantes elles se trouvent, pour la plupart, sur deux sortes de formations, sur les dépôts tertiaires argilo-caillouteux, et plus encore sur le quartzite et les schistes quartzeux. Cette dernière sorte de terrain, bien qu'elle n'occupe pas, comparativement, une surface très vaste, offre dans beaucoup de départements une plus grande étendue de landes et de forêts que tous les autres terrains pris ensemble. On observe aussi quelquefois des landes et forêts sur le granite, principalement dans le Morbihan, mais on en voit moins fréquemment sur le schiste argi-

leux et la grauwacke, et très rarement sur les terres calcaires, surtout sur les calcaires tertiaires ou jurassiques.

La presqu'île de Bretagne offre quatre zones bien distinctes par leurs caractères géognostiques et agronomiques; une zone littorale comprenant les deux côtes nord et sud, formée principalement de granite et de schistes cristallins, une zone centrale composée de schistes argileux et de grauwacke, et parsemée de quelques dépôts tertiaires. Les deux zones qui séparent cette bande centrale des côtes sont composées de roches quartzeuses entremêlées de schistes et de quelques masses granitiques. La région littorale est la plus féconde en froment et la plus peuplée, tant à cause de sa fertilité qu'à raison du commerce maritime et de la pêche; ensuite vient la zone centrale qui possède la plus grande étendue de prairies et qui produit le plus de beurre; les deux zones intermédiaires, celles formées de roches quartzeuses, sont les moins peuplées et les moins fertiles; ce sont les régions des landes et forêts, celles où se trouvent groupées les usines à fer. Les landes produisent de l'ajonc (*Ulex europæus*) et des bruyères (principalement l'*Erica cinerea* et la *Calluna vulgaris*). Les arbres qui composent principalement les forêts de l'Ouest sont le Chêne, le Bouleau, le Hêtre et le Pin maritime; on y trouve en moindre quantité le Tremble, le Châtaignier, le Coudrier, le Houx, la Bourdaine et dans les parties basses, le Saule et l'Aulne; l'Ormeau est rare dans les forêts et se trouve seulement dans certaines localités, à la séparation des champs, comme je l'indiquerai tout à l'heure.

C'est principalement dans la partie orientale de la Bretagne que l'on trouve des landes d'une grande étendue sur les dépôts tertiaires argilo-graveleux et caillouteux; au midi de la Loire il n'en existe guère que sur ces dépôts, car le pays ne renferme plus de roches quartzeuses; au contraire, dans le Maine et en Normandie, ces roches sont presque les seules qui offrent des sols en friche. Dans la Sarthe, il y a quelques landes et forêts sur les terrains tertiaires. Ces dépôts occupent une assez vaste surface dans la Mayenne, mais on y voit rarement des landes; ce qui, indépendamment de l'addition d'amendements calcaires, provient de ce que dans cette contrée l'argile, au lieu de prédominer, est accompagnée de parties sableuses; ordinairement aussi elle est imprégnée d'hydroxide de fer: la présence de cette substance, lorsqu'elle n'est pas trop abondante, loin d'être un obstacle à la végétation, semble plutôt lui être favorable. Ajoutons, enfin, que la plupart des forêts de la Normandie et du

Maine recouvrent soit des terrains tertiaires, soit des terrains de quartzite.

Si beaucoup de landes et de forêts se trouvent sur des dépôts tertiaires, cela tient en général à la nature trop argileuse de ces terrains, qui sont trop consistants, exigent un labourage très pénible, se laissent traverser difficilement par les eaux, et quelquefois même sont tout à fait imperméables; alors ce sont de fort mauvais terrains. La même influence a lieu pour beaucoup de sols qui recouvrent les grès quartzites, et sont aussi argileux. Néanmoins, parmi ces terrains, il en est qui ne présentent point de couches argileuses; souvent alors le sol, composé presque entièrement de détritus siliceux, est trop maigre, trop sec, et pèche ainsi par le défaut opposé à celui que je signalais tout à l'heure; c'est aussi ce qui a lieu quelquefois sur le sommet des collines formées de granite. Les landes que l'on observe à la surface des formations quartzeuses ou granitiques se trouvent constamment sur des hauteurs, mais celles qui existent au-dessus des dépôts tertiaires occupent fréquemment des parties basses.

Dans l'ouest de la France les genres de culture et les espèces de plantes croissent spontanément d'un terrain à l'autre; les différences les plus saillantes se produisent sous l'influence de la nature argileuse ou sableuse des terres, de la présence de principes calcaires préexistant dans le sol ou introduits artificiellement, et enfin sous l'influence complexe du voisinage de la mer. C'est sur les terrains schisteux et sur les dépôts tertiaires de nature argileuse que l'on trouve le plus de pâturages, et ces belles prairies qui charment l'œil par leur verdure perpétuelle, grâce à l'humidité du sol; mais elles sont moins propres à l'engrais des bêtes à cornes que les pâturages des sols argilo-calcaires, où le fourrage se reproduit plus rapidement, et où croît une plus grande variété de plantes, surtout de plantes dicotylédones. Aussi, les bestiaux maigres de la Bretagne n'arrivent-ils sur les marchés des environs de Paris qu'après avoir été engraissés dans les herbages du Calvados.

La culture du sarrazin est universellement répandue dans toute la région de la France occidentale, qui est composée de terrains anciens, c'est-à-dire, qui offre des sols granitiques, argileux et siliceux. Cette culture semble bien appropriée au climat humide et aux terres froides de la Bretagne, qui sont presque dépourvues de principes calcaires, et douées, pour ainsi dire, d'une faible activité végétative : c'est aussi dans de

telles circonstances que l'emploi des noirs de raffinerie est regardé comme le plus avantageux. On produit beaucoup moins de sarrazin et l'on cultive davantage le froment et les autres plantes regardées comme épuisantes dans les régions où l'on peut activer la végétation en ajoutant au sol des amendements calcaires, de la chaux, de la marne, des sables coquilliers ou calcarifères : ainsi dans la zone maritime ou dans le voisinage de formations calcaires. Si, quittant la Bretagne, on atteint les plaines ou les plateaux de la Normandie où affleure le calcaire secondaire, on voit tout à fait disparaître la culture du sarrazin, et en même temps la physionomie du pays éprouve un changement complet. Le sol à surface ondulée de la Bretagne est divisé en une infinité de petites parcelles que séparent des haies vives tellement couvertes d'arbres que la contrée fait à l'œil l'effet d'une immense forêt. Mais les terrains de calcaires secondaires constituent des plateaux très unis, à surface plate et fort peu boisés; en outre, la nature des arbres n'est plus la même : le chêne et le châtaignier, qui abondent comme arbres champêtres sur les terrains anciens, sont remplacés par l'ormeau. Il en est ainsi sur de petits bassins calcaires qui existent en Bretagne et sur une partie du littoral. De même que l'ormeau, l'érable (*acer campestre*) et le noyer sont plus développés sur les terrains calcaires, le bouleau, le tremble, le chêne et le châtaignier conviennent mieux aux terrains argileux et siliceux; le pin maritime est cultivé avec succès sur ces mêmes terrains et dans les parties les plus médiocres; le hêtre paraît affectionner les fonds granitiques.

L'ajonc et le genêt à balai (*sarothamnus scoparius*, Koch) croissent spontanément et sont cultivés comme plantes de jachères sur les terrains anciens, mais non sur les sols calcaires; l'ajonc n'est pas seulement employé pour le chauffage, mais c'est encore un fourrage très estimé. Le colza et le tabac prospèrent dans certaines parties de la région littorale, principalement aux environs de Saint-Malo; la luzerne y réussit aussi, de même que sur les sols calcaires de l'intérieur des terres. Depuis quelques années, la culture du trèfle s'est répandue dans toute la Bretagne; mais celle du sainfoin y est inconnue. Les tourbières de l'ouest se trouvent principalement dans des bas fonds granitiques.

Parmi les plantes croissant spontanément, il en est peu qui pourraient être citées comme exclusivement caractéristiques des schistes, des grès ou du granite, bien que beaucoup croissent de préfé-

rence sur un sol plutôt que sur un autre. On comprend aussi que la végétation des dépôts tertiaires argileux et siliceux, comparée à celle des terrains primitifs ou intermédiaires, doit offrir peu de différences essentielles : néanmoins il est certaines plantes, assez fréquentes sur les terrains anciens et rares sur les dépôts tertiaires, qui ne leur offrent pas un support jouissant des mêmes propriétés physiques : ainsi l'*Astrocarpus Clusii*, *Spargula pentandra*, *Hypericum linearifolium*, *Trifolium strictum*, *T. suffocatum*, *Sedum anglicum*, *Scilla autumnalis*, *Festuca poa*, etc., affectionnent les coteaux schisteux. Quelques mousses et lichens se développent habituellement sur le granite, où ils peuvent se fixer avec plus de facilité. Mais le contraste le plus frappant a lieu entre la flore des sols calcarifères et celle des sols ne contenant pas de chaux en quantité notable; mais ces différences tendent à devenir un peu moins sensibles à mesure que l'emploi des amendements calcaires se généralise davantage. Un certain nombre de plantes se montre à la fois dans la région maritime et à la surface des petits dépôts calcaires qui existent en Bretagne, mais se rencontre bien plus rarement ou presque jamais, pour quelques unes de ces plantes, sur d'autres terrains; ainsi je citerai : le *Linum angustifolium*, *Silene inflata*, *S. gallica*, *Asperula cynanchica*, *Ononis repens*, *Poterium sanguisorba*, *Eryngium campestre*, *Scabiosa arvensis*, *Anchusa italica*, *Linaria minor*, *Salvia verbenaca*, *Erigeron acre*, *Thesium humifusum*, *Iris fœtidissima*. On peut encore mentionner comme offrant les mêmes stations, mais étant plus rares : le *Reseda lutea*, *Silene otites*, *S. conica*, *Anthyllis vulneraria*, *Linaria supina*, *Chlora perfoliata*, *Fumaria parviflora*, *Filago Jussiæi*, *Carex nitida*, *Phleum Bochmeri*, etc.

Certaines plantes, qui diffèrent des précédentes en ce qu'elles ne paraissent pas affectionner la région maritime, croissent exclusivement sur des sols calcaires ou s'y montrent bien plus fréquemment que sur d'autres terrains; ainsi plusieurs Orchidées, l'*Orchis pyramidalis*, *O. hircina*, *Ophrys apifera*, *O. aranifera*, *Stachys germanica*, *S. annua*, *Helianthemum vulgare*, *Lithospermum officinale*, *Astragallus glycyphyllos*, *Scabiosa columbaria*, *Galeopsis ladanum*, *Cichorium inthybus*, *Tragopogon pratensis*, *Centaurea scabiosa*, *C. calcitrapa*, *Clematis vitalba*, etc. On pourrait ajouter à cette liste beaucoup de plantes très rares dans l'Ouest et qu'on rencontre exclusivement sur le calcaire, telles que l'*Euphorbia Gerardiana*,

Lepidium campestre, Thlaspi perfoliatum, Alyssum calicinum, Diplotaxis muralis, Fumaria Vaillantii, Althæa hirsuta, Dianthus carthusianorum, Melampyrum cristatum, Medicago marginata, M. Gerardi, Hippocrepis comosa, Galium tricorne, G. spurium, Circium acaule, C. eriophorum, Calamintha acinos, Salvia sclarea, Ajuga chamapitys, Polycnemum arvense, Bromus erectus, B. commutatus, Festuca tenuiflora, Ophioglossum vulgatum, etc. En général, les sols situés sur le calcaire tertiaire ou sur le calcaire jurassique bordant les formations anciennes m'ont paru offrir une plus grande quantité de plantes caractéristiques que les sols situés au-dessus des calcaires paléozoïques ou calcaires marbres. Cela tient sans doute à ce que ces calcaires sont beaucoup moins friables, et par suite ont fourni moins de détritus à la terre végétale qui les recouvre. Souvent même cette terre, formée de parties argileuses et graveleuses qui proviennent d'un dépôt de transport de la période tertiaire, n'offre aucune des plantes propres aux terrains calcaires. Ajoutons, à l'appui de ce fait, que, dans la Sarthe et la Mayenne, on répand ordinairement de la chaux à la surface des sols argileux qui recouvrent le calcaire marbre, tandis qu'en général on n'en ajoute pas sur ceux qui recouvrent les calcaires secondaires et tertiaires, à moins que les calcaires ne se trouvent à une certaine profondeur au-dessous de la surface.

D'ailleurs, comme on l'a observé en d'autres contrées, on remarque dans la France occidentale, sur les points où le calcaire affleure, l'absence habituelle de certaines plantes déjà signalées par M. Desmoulins et divers savants comme manquant sur le calcaire, telles que la *Digitalis purpurea, Calcopsis ochroleuca, Lobelia urens, Rumex acetosella*, tandis que les mêmes plantes abondent, en Bretagne, sur les autres terrains.

Je n'entrerai point dans de longs détails sur les causes qui déterminent la distribution des végétaux à la surface des différents terrains; je dirai seulement que, par la considération des principes minéraux des plantes et par l'examen des circonstances diverses qu'elles offrent dans leurs stations, je suis conduit à regarder l'influence des terrains calcaires comme étant complexe, comme étant à la fois chimique et physique. Ils agissent chimiquement en fournissant de la chaux à certaines plantes qui en ont plus besoin que d'autres; en outre, le carbonate calcaire augmente la force végétative du sol en condensant les éléments de l'air atmosphérique, l'oxygène et l'azote, qui peuvent alors

se combiner pour former de l'acide azotique, et en amenant les matières azotées contenues dans le sol ou existant à sa surface à un état où leur absorption et leur assimilation par les plantes sont plus faciles (1). La végétation étant ainsi activée, beaucoup de plantes, que l'on ne trouverait ailleurs que sur un sol plus fertile ou sous un climat plus chaud, peuvent vivre et se multiplier, car alors leurs conditions d'existence tendent à se rapprocher de celles qui appartiennent aux plantes exotiques et acclimatées par une culture continue. Le carbonate calcaire exerce aussi une action physique : il modifie les propriétés calorifiques et hygroscopiques du sol ; celui-ci est rendu plus chaud, plus meuble, plus facile à traverser par les fibres radiculaires des plantes, plus perméable à l'eau et à l'air, et plus sec. Aussi j'ai observé, sur les sables très meubles et complétement dépourvus d'argile, plusieurs plantes qu'on ne trouve ailleurs que sur le calcaire ; ainsi l'*Eryngium campestre*, l'*Euphorbia cyparissias*, etc.

J'ai lieu de croire que si beaucoup de plantes, propres aux sols argileux, semblent exclues des terrains calcaires ou sableux, c'est, dans beaucoup de cas, principalement par une action physique ; car souvent cette exclusion n'a plus lieu ou devient moins absolue, lorsque ces terrains sont mélangés d'une quantité d'argile suffisante pour en modifier les propriétés physiques, tandis que la présence de la chaux exerce évidemment une influence chimique sur le développement de certaines plantes.

Les exceptions accidentelles, que souffrent les lois de distribution des plantes sur les différents terrains, sont faciles à concevoir, surtout à l'époque actuelle où les progrès de la culture, et l'emploi, devenu général, des amendements minéraux, tendent à modifier les propriétés de la pellicule terrestre où se passent les phénomènes de la végétation. Cependant, même dans les cas exceptionnels que l'on peut observer, il est souvent possible de reconnaître l'influence de la nature du sol par les modifications de forme ou de grandeur qu'ont subies les plantes. D'ailleurs, ces exceptions se remarquent principalement le long de la ligne de contact des différents terrains, ou bien dans les

(1) Le carbonate de chaux neutralise les principes acides que peut renfermer l'humus provenant de la décomposition des matières organiques ; il agit en outre sur les sels ammoniacaux qui prennent naissance dans le sol ; il transforme l'acétate d'ammoniaque en carbonate.

régions où se succèdent plusieurs formations à de petites distances; et, comme l'a fort bien remarqué M. Thurmann, si l'on considère la région où abonde une espèce végétale, où elle trouve les conditions climatériques les plus propices à son existence, c'est dans la partie centrale de cette région qu'on la rencontre à la fois sur divers terrains; c'est alors qu'elle se montre, pour ainsi dire, le plus indifférente à la nature du sol; mais, vers les extrémités de la zone qui forme son domaine, elle se rencontre seulement sur les terrains qui lui conviennent le mieux.

Je terminerai cette notice en ajoutant que l'influence des terrains calcaires se fait sentir même sur la nature animale : ainsi, dans l'ouest de la France, les écrevisses abondent dans beaucoup de ruisseaux des régions contenant de la pierre calcaire, tandis qu'il est rare d'en trouver à la surface des autres terrains où les eaux courantes ne paraissent pas susceptibles de fournir à ces crustacés une quantité de principe calcaire suffisante pour la formation de leur tégument. Les écrevisses sont, en effet, très rares en Bretagne, et l'on en trouve abondamment dès qu'on atteint la lisière de la Mayenne, où il y a des terrains calcaires d'une assez grande étendue.

Le carbonate de chaux, contenu dans le sol ou dans les eaux, exerce aussi de l'influence sur le développement des coquilles fluviatiles et terrestres, et l'existence d'une plus grande quantité de sels calcaires explique pourquoi les mollusques marins ont ordinairement un test plus épais et plus solide que les mollusques d'eau douce, et aussi pourquoi ils se développent en bien plus grande abondance. Ces considérations, relatives à l'insuffisance du principe calcaire, contribueraient peut-être aussi à expliquer, dans certains cas, l'absence ou la rareté des animaux testacés dans beaucoup de dépôts argileux et quartzeux des terrains secondaires, ainsi que dans les schistes et quartzites des terrains intermédiaires, où l'on ne trouve ordinairement de coquilles que dans les bancs calcaires ou dans les couches qui les accompagnent. Il ne faut pas oublier toutefois que les eaux troubles, où se formaient les dépôts limoneux, étaient peu favorables au développement des mollusques conchifères, et qu'elles constituaient, au contraire, l'habitat normal des trilobites.

Séance du 20 novembre 1848.

PRÉSIDENCE DE M. MICHELIN.

M. Bayle, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

De Carvalho (Joaquim-Julio-Pereira), docteur ès-sciences à l'Université de Coïmbre, élève de l'École des ponts et chaussées, à Paris, rue Neuve-de-l'Université, 12, présenté par MM. Baptista et Rouault (Alexandre);

Crosse (Hippolyte), à Paris, rue de Berlin, 18, présenté par MM. Michelin et Bourjot;

Dunal, doyen de la Faculté des sciences, à Montpellier (Hérault), présenté par MM. Émilien Dumas et Paul de Rouville.

Lemonnier de Lorière (Gustave), étudiant, à Paris, rue de l'Ouest, 50, présenté par MM. Bayle et de Rouville;

Thomas (Charles), propriétaire, à Rouen (Seine-Inférieure), rue et hôtel Saint-Nicolas, présenté par MM. Bayle et Michelin;

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la Justice, *Journal des savants;* octobre 1848.

De la part de M. le Dr Cisseville, de Forges, *Quelques considérations géologiques concernant la recherche de la houille dans le département de la Seine-Inférieure* (extr. de l'*Annuaire normand pour* 1846); in-8, 46 p. Caen, 1846, chez Le Roy.

De la part de M. Levallois, 1° *Notice sur les anciennes salines du Moyen-Moutier*, par M. Aug. Digot; et *Observations au sujet de cette notice*, par M. Levallois (extr. des *Mém. de la Soc. roy. des sc., lettres et arts de Nancy*, année 1846) in-8, 12 p. Nancy, chez Ve Raybois.

2° *Notice sur des roches d'origine ignée* (*avec talc et fer oxydulé*) *observées au milieu des marnes supra-liasiques à la*

côte de Thélod, arrondissement de Nancy (*Meurthe*), par M. Levallois (lu dans la *Réunion extraord. de la Soc. géolog. de France, à Remiremont, le* 16 *sept.* 1847); in-8, 11 p. Nancy, 1847, chez Grimblot et Ve Raybois.

De la part de M. Mathon, *Observations geologiques sur plusieurs localités de l'arrondissement de Neuchâtel* (*Seine-Inférieure*); manuscrit in-8, 8 p.

De la part de M. O. Henri, *Analyse de l'eau ferrugineuse de Forges-les-Eaux* (*Seine-Inférieure*). *Eau minérale ferro-crénatée*; (extr. du *Bull. de l'Acad. de médec.*, t. X); in-8, 18 p. Paris, 1845; chez Baillière.

De la part de M. Mulhac, *État de l'agriculture dans l'arrondissement de Neufchâtel, au* 1er *janvier* 1822, par M. Cartier; in-8, 28 p. Neufchâtel, 1822; chez Féray.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences; 1848, 2e semestre, t. XXVII, nos 19 et 20.

L'Institut; 1848, nos 775 et 776.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée; no 2, octobre 1848.

Mémoires de la Société royale des sciences, lettres et arts de Nancy; année 1845.

The Mining Journal, 1848, vol. XVIII, nos 690 et 691.

The Athenæum, 1848, nos 1098 et 1099.

Württembergische, etc. (Brochures annuelles de la Société d'histoire naturelle wurtembergeoise); 3e année, 1847, 3e livrais.; 4e année, 1848, 1re livrais.

M. d'Archiac présente à la Société la première partie du deuxième volume de l'*Histoire des progrès de la géologie*.

M. le Trésorier présente l'état de la caisse au 31 octobre 1848.

Il y avait en caisse au 31 décembre 1847. .	4,012 fr.	25 c.
La recette, depuis le 1er janvier 1848, a été de	10,816	30
Total. . .	14,828	55
La dépense, depuis le 1er janvier 1848, a été de	11,468	95
Il reste en caisse au 31 octobre 1848. . . .	3,359	60

M. Bourjot Saint-Hilaire donne lecture de la note suivante :

Notice géologique sur les environs de Forges-les-Eaux, arrondissement de Neufchâtel (Seine-Inférieure), par le docteur A. Bourjot (1), professeur au Lycée Bonaparte.

Le soulèvement du pays de Bray, l'apparition des terrains jurassiques dans une faille du massif crétacé, l'importance agricole et industrielle des couches argileuses qui dépendent de cette succession de formations; tout fait du pays de Bray un de ces morceaux convenablement circonscrits et limités pour l'étude, qui servent de premier thème géologique à offrir à des élèves. C'est à ce titre surtout que nous croyons être utile en donnant cette notice.

Quatre courses bien dirigées nous suffirent pour comprendre cette contrée qui a été si longtemps un mystère pour les géologues et les agriculteurs, qui a été et qui serait encore le siége riche et prospère de l'industrie céramique, si l'on pouvait lui donner le combustible en abondance.

Première course (2).

Nous prîmes par le grand bois de Forges la direction S.-E. du compas : cette route nous conduisit, après avoir quitté le massif sableux sur lequel repose la ville, aux tourbières du *Flot*. Nous pûmes déjà y étudier cette exploitation de la tourbe que je pourrais dire tourbe sèche. La formation ancienne de ces tourbes est due sans doute à l'imperméabilité du banc des argiles néocomiennes, placées sous les sables ferrugineux, et

(1) Une réunion de la Société géologique avait été indiquée, pour session extraordinaire, au 2 septembre, à Forges-les-Eaux. Les circonstances publiques n'ont pas permis à cette réunion d'avoir son importance ordinaire; mais, heureux d'avoir pu profiter de la connaissance des lieux et des faits géologiques de la contrée, que possédaient MM. de Cisseville et Michelin, nous avons constaté de nouveau et dans des localités jusqu'ici non désignées, des points importants de repère sur le soulèvement du pays de Bray; le désir d'en faire profiter d'autres géologues nous engage à consigner ici nos observations.
Note du rédacteur.

(2) Pour suivre notre notice, prendre la carte du Dépôt de la Guerre, n° 20, Neufchâtel.

là où ces sables n'existent eux-mêmes qu'en couches peu épaisses, ou même ont été lavés ou emportés, et il en serait ainsi dans tous les plis du terrain.

Ces tourbes sont anciennes. Les tourbes ne se régénèrent en dix-huit à vingt ans que dans les marais submergés. Ce travail de carbonisation par la voie humide ne se fait plus, lorsque les marais, d'inondés qu'ils étaient, sont convertis par des saignées et des décharges en prairies, d'abord médiocres, puis meilleures par des engrais, des marnages; le pays s'enrichit, il est vrai, d'une manière certaine, mais cette production d'un combustible à bas prix s'épuisera partout où le dessèchement s'opérera sur une vaste échelle.

Nous nous dirigions S.-S.-E. vers le village de la Ferté-Saint-Samson, en nous élevant graduellement du bas des prairies, à la cote de 138 mètres (nivèlement de la carte du département de la guerre) à celle de 193 mètres, c'est-à-dire que nous montions de 55 mètres par une pente en chemin creux, où des glissements se faisaient remarquer. Ces glissements s'opèrent par l'effet des sources profondes sur les argiles verdâtres de la craie glauconieuse ou même du gault, jusqu'au plateau étroit et abrupte de ce côté, sur lequel se trouve édifiée l'église de la Ferté.

A quelques mètres de cet édifice, et dans un endroit fourré, nous trouvâmes une carrière hors sol qu'il nous fut facile de reconnaître par les rares fossiles qu'y recueillait avec zèle M. Charles Ozenne, élève initié par moi, au lycée Bonaparte, aux sciences géologiques, pour être ouverte dans la craie marneuse sans silex, ou dans le deuxième étage de la formation crétacée, dépouillée ainsi, par les érosions, de ses membres supérieurs. A la sortie des limites du village, continuant sur le même plateau, nous vîmes, dans un champ en culture, un de ces amas de débris tufacés du sous-sol, que la charrue enlève et que le laboureur réunit en tas; nous descendions un peu vers les couches plus profondes ou vers la craie chloritée, et si n'était la différence de l'aspect général des cultures, on aurait pu se croire en plein Perche, ou dans une partie du Vendomois. Descendant ensuite ce promontoire crétacé qui forme la falaise extrême en ce point de la bande crétacée N.-O., vers l'axe du soulèvement, nous dirigeant par le *Catillon* et les *Aulnaires*, nous traversâmes la vallée dans son endroit le moins large, et des prairies récemment conquises sur les tourbières par des sai-

gnées et des fossés de dessèchement et d'écoulement, et allâmes regagner la route de Dieppe à Forges.

Au dernier pli du terrain, avant d'entrer dans la petite vallée où se trouvent les sources d'eaux ferrugineuses de Forges, sur la tranche du fossé de la route et du bois dit de Lépinay, nous pûmes reconnaître les couches sablonneuses à stratifications bien marquées, indiquant un dépôt par décantation, et offrant non l'horizontalité, mais une inclinaison S.-O. N.-E. de 25°, premier indice de ce côté du soulèvement de la portion centrale du pays de Bray, qui a donc été postérieur en âge à ce dépôt sableux ou néocomien du Nord, comme il l'a été aussi à la grande formation crétacée elle-même. Ce soulèvement sableux nous conduisait même, après un autre pli du terrain, jusqu'à l'emplacement de la ville de Forges, qui est assise sur ces sables. Nous les retrouverons dans une autre direction en revenant de Gaillefontaine à Forges.

Ainsi, dans cette première course, nous avions visité dans le petit plateau de la Ferté un promontoire de la falaise S.-O.; nous avions marché sur quelques tranches du terrain wealdien; nous avions visité le fond de l'étroit vallon ou marécage, où coulent les eaux ferrugineuses de Forges, les tourbes pyrifères du même vallon, l'exploitation du sulfate de fer qui en est le produit industriel. Devons-nous dire un mot des eaux de Forges elles-mêmes? Le géologue ne doit-il pas traiter, chemin faisant, *de aquis, locis et aeribus?*

La petite vallée du pli du terrain, qui se trouve au bas de l'entrée de Forges par la route de Dieppe, a pour fond un ancien marais tourbeux qui reçoit les eaux qui ont lavé et traversé les sables ferrugineux; bientôt ces eaux rencontrent dans les eaux stagnantes du marais un acide végétal organique, l'acide crénique, produit de la décomposition des êtres organisés. Ce sel de fer, ou crénate de fer, est soluble par un excès de son acide radical, et se trouvant en face du soufre, il l'abandonne en partie, se sulfure par suite de l'affinité extrême du fer et du commun minéralisateur. Quant au soufre, sa présence est expliquée par ce fait que tout organisme en contient, et en notable quantité en certains cas, comme par exemple la famille des Crucifères. Le fer passe à l'état de sulfure, et bientôt de sulfate, par la voie naturelle d'une double oxidation du soufre et du fer, aidée par les procédés industriels qui semblent n'avoir pour effet que la décomposition de l'eau.

pour donner à l'oxigène sa liberté vis-à-vis du soufre d'une part, et du fer de l'autre (1).

Deuxième course.

Le lendemain, mardi 4 septembre, accompagnés et guidés par M. le docteur Cisseville, nous prîmes la direction de la route de Gournay. Cette route occupe presque partout le fond de ce pli du sol qui se trouve entre la falaise S.-O. et l'axe de soulèvement du Bray : tantôt elle coupe les sables ferrugineux qui deviennent le sol de la forêt, au moins les hautes terres, ou lorsqu'elle descend vers les basses terres, elle traverse par des chaussées artificielles les prairies tourbeuses.

En sortant de la ville de Forges par la route de Gournay, nous trouvions un massif sableux qui porte ce bouquet de bois que les habitants de Forges ont transformé en une sorte de parc d'agrément. A un kilomètre des dernières maisons de Forges, ce plateau s'incline bientôt, et les sables ferrugineux perdent leur puissance. Ainsi, nous trouvâmes une exploitation de ces argiles bleues ou gris-ardoisé à 2 ou 3 mètres en contre-bas des sables, et que l'ouvrier exploitant connaît et désigne, quant à la qualité, sous différents noms, argiles figulines très importantes, au point que le produit de leur exploitation se porte au loin, et que le mode de transaction pour la vente de ces précieuses argiles se fait ainsi; le propriétaire du sol vend à l'exploitant, qui fait la recherche et la dépense de la mise à jour, tant le quintal métrique d'argile extraite.

Ces lits d'argile seraient de ce côté de la Manche les analogues des Purbeck-Beds des Anglais.

De sorte qu'aux environs de Forges, et probablement sous toute la formation crayeuse de la Normandie, comme le démontre la coupe du cap La Hève, nous trouvons les trois membres de ce que l'on appelle la formation du weald, ou néocomienne du Nord.

Voici l'ordre de superposition, en allant de haut en bas :

1 Argiles bigarrées grossières. . . = Argiles wealdiennes.
2 Sables ferrugineux. . . . . = Sables de Hastings.
3 Argiles fines, grises, bleues. . = Purbeck-Beds.

---

(1) Nous ne parlerons pas des eaux de Forges au point de vue médical; c'est un sujet pour lequel nous renvoyons à M. le docteur Cisseville lui-même.

Ces membres se dégagent les uns des autres pour les observateurs par des circonstances de pur ravinement, et par des relèvements sur la tranche, enfin par des fouilles faites pour l'exploitation en recherche des argiles figulines.

1° Près de Forges, l'argile wealdienne (voyez dans un champ à l'embranchement de la route de Dieppe et de la route de la Ferté, en sortant de Forges, au S.-O., et dans un pré appartenant au docteur Cisseville, même direction) est marbrée de blanc et de rougeâtre. D'une consistance un peu marneuse, moins fine et moins ductile, elle a moins de valeur pour les arts céramiques, elle ne fait pas une pâte bien liée, et ne peut être utilisée que pour la briqueterie, le carrelage, et à faire des gazettes à four.

9° Les sables ferrugineux, *Hastings-Sand*, occupent tous les petits promontoires un peu élevés des deux flancs du relèvement du Bray; ils sont visibles partout où les éléments crétacés et l'argile wealdienne ont été lavés et emportés, circonstance de glissement et de vaste érosion qui s'expliquent bien par la diluition des argiles du Gault, et des argiles wealdiennes elles-mêmes.

Les sables de Hastings, là où ils ont été contournés et respectés par les cours d'eau érosifs, sont presque infertiles pour les céréales; ils donneraient un bon sous-sol aux forêts, si cependant les racines pivotantes, après avoir traversé les sables, ne rencontraient pas les argiles bleues compactes trop humides, ce qui amène bientôt le dépérissement des arbres, par couronnement des cîmes.

Au pont de Bain, nous tournâmes à gauche de la route, faisant face à l'axe de soulèvement, et, avant d'en gravir la rampe, nous traversâmes à gué la jolie petite rivière de l'Epte.

Par un chemin creux au delà de ce ruisseau, nous montâmes vers la commune et l'église de la Bellière. Les couches sableuses calcaires ont évidemment, vers le centre de cette colline, éprouvé un relèvement vers l'axe de soulèvement, vers lequel nous avancions sur un angle de 90°.

Quelle était la nature de ces grès calcaires en disposition tabulaire, tout pétris de petites huîtres parmi lesquelles foisonnent, d'après leur dénomination par M. Graves, l'*Ostrea sequana*, *Anomia lævigata?* Cet étage de grès calcaires ne serait, d'après M. Graves, et malgré sa contexture et ses grains verts de chlorite, qu'un membre inférieur de l'étage portlandien; mais si les fossiles le disent et le prouvent, en

'aspect les ferait prendre pour un grès vert inférieur. méissons à la loi des fossiles, qui souvent devient une najorité.

avoir erré sans direction bien certaine au milieu des :t des cultures, des territoires de la *Bellière* et de *Pom-*', nous étions sur un très beau et large plateau. Vers Hé-e plateau, peu large et assez ondulé, est recouvert de de céréales, cultures qui indiquent déjà le retour d'une on calcaréo-marneuse, mais sans pommiers, le pommier nant plutôt le sol vraiment crétacé.

nous dirigions vers le village d'Haussez, dans la direc-E. du compas, considéré au point où nous étions alors, equel nous descendions, comme l'indique la cote d'Hans-mètres.

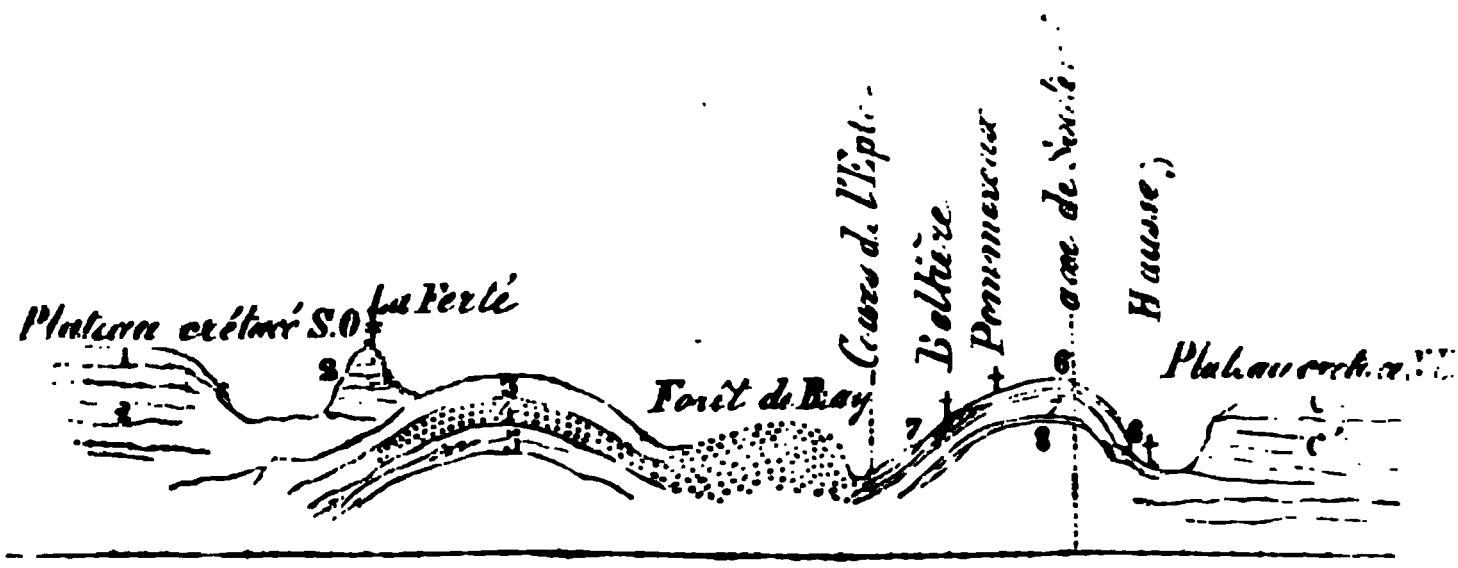
a partie du plateau que nous traversions, dans un labouré, nous trouvâmes pour la première fois des its tabulaires, peu épais, d'un calcaire marneux, cou-grisâtre ou jaunâtre, ayant bien le grain du calcaire lien ou calcaire lithographique... Nous pûmes donc re-:es débris, résultat de la fracture des tables, par l'effet :vement et de la culture, comme des témoins misérables :tage portlandien, si puissant vers les limites S.-E., S.). de la mer jurassique.

renant ensuite un chemin ravineux qui nous portait ussez, à quelques mètres en contre-bas de la surface du champ exploré, nous étions descendus au niveau de ation du calcaire gris compacte, formant lumachelle par re et son empâtement avec des gryphées virgules; plus scendions vers le ruisseau qui passe à Haussez, à la cote mètres, plus nous trouvions les argiles kimméridiennes n gryphées, si bien que sur les deux talus de ce chemin, nit en bas, les gryphées se désagrégent comme dans les ncs de même formation qui se trouvent au pied du cap :, à 2 mètres au-dessus du niveau de la mer. — Il faut, :n rencontrer ce banc, demander la maison du médecin; le banc kimméridien à gryphée virgule se trouve ici ètres plus haut qu'au cap La Hève... Est-ce bien l'effet ilèvement? On le peut croire quand on voit le renverse-la dislocation des couches. Mais ne pourrait-ce pas aussi Yet d'un dépôt formé par retraite de la mer sur les flancs promontoire? Nous abandonnons cette deuxième hypothèse première.

Le soulèvement a sa direction N.-O., S.-O.; sa plus grande attitude atteint à Pommereux 182 mètres, à Fricourt 195 mètres. Le plateau au delà du ravin d'Haussez se relève à 176 mètres, et il atteint à Bazancourt à 200 mètres. La puissance de l'étage des boues bleues, qui ont contenu les gryphées virgules plus nombreuses en bas qu'en haut, peut être de 10 à 15 mètres, comme nous l'a démontré le forage d'un puits sur la commune de Pommereux.

En remontant d'Haussez à Saint-Michel, nous avons rencontré, dans le chemin creux qui s'élève vers le plateau, les gryphées formant ainsi un véritable horizon géologique, puis, sur le plateau, les calcaires portlandiens, et enfin, vers Saint-Michel, les grès calcaréo-siliceux, tabulaires, qui se trouvent là portés à une altitude de 227 mètres.

De *Saint-Michel*, nous passons de l'autre côté de l'axe de soulèvement sur le versant N.-E. pour gagner la route de Neufchâtel à Beauvais, nous dirigeant vers *Gaillefontaine*. Cette route suit le thalweg de la vallée d'érosion, entre la falaise crétacée du N.-E. et le massif portlandien. Nous ne trouvons pas de ce côté la formation wealdienne, qui n'apparaît pas là, où la vallée est trop étroite, et ne pouvant pas se dégager de dessous le gault et la craie qui la recouvrent perpendiculairement, de sorte que la coupe transversale O.-E. de l'axe du Bray donne, d'après différentes coupes qui ont pu être publiées, et celle-ci, que nous levons plutôt comme une coupe théorique, que comme un relevé des hauteurs, à peu près la figure que voici :



1. C. Terrain crétacé supérieur.
2. C'. Terrain crétacé inférieur.
3. Argiles wealdiennes.
4. Sables de Hastings.
5. Argiles bleues.
6. Bancs du portlandien.
7. Portlandien inférieur.
8. Calcaire à Gryphées.

Nous reprenions, avant d'arriver à Gaillefontaine, la route transversale qui coupe le pays de Bray en ce point, pour revenir

à Forges. Cette route s'est établie sur un pli du sol, qui, lui-même, est en rapport avec l'intervalle qui se trouve entre les deux massifs du soulèvement, l'un N. plus petit ou de Champanville, et l'autre, celui que nous venions de visiter, que j'appellerai *le massif d'Hausses*.

Néanmoins, l'inclinaison générale du sol et des sables de Hastings, que l'on rencontre déjà à 2 kilomètres de Gaillefontaine, et que l'on suit jusqu'à Forges, après un ou deux plis du sol, dont l'un sert de lit à l'Epte, indique que si le soulèvement n'a pas amené ici à jour les *étages* jurassiques, il a déjà soulevé et fracturé les bancs des sables ferrugineux.

L'axe du soulèvement fractionné en deux est donc à peu près à 3 kilomètres de la falaise crétacée N.-E. ou de Picardie, et au moins à 10 ou 12 kilomètres de la falaise normande ou du N.-O.

Troisième Course.

Elle n'a été faite que par MM. Cisseville, Bourjot et Ozenne, et avait pour but de compléter la visite de la route de Forges à Dieppe, laquelle se dirige dans le sens opposé, c'est-à-dire lorsqu'elle atteint la falaise normande, en traversant sur la tranche, à partir de Forges, les trois membres de la formation néocomienne, mais principalement les deux supérieurs, les sables de Hastings ou les sables ferrugineux, depuis Forges jusqu'à 4 ou 5 kilomètres sur la route de Dieppe; puis on rencontre les argiles bigarrées ou wealdiennes, et l'on arrive ensuite aux premiers contreforts de la craie marneuse, pour atteindre la craie blanche sur le plateau.

Quatrième et dernière Course de Forges à Neufchâtel.

Nous avions, dans les trois courses précédentes, vérifié par nous-mêmes les recherches savantes de MM. Passy et Graves, et celles de la Société elle-même dans sa visite au département de l'Oise en 1831.

Nous allions nous séparer, et M. Michelin se dirigeant vers Dieppe, nous dûmes l'accompagner jusqu'à Neufchâtel. D'honorables habitants de cette ville étant désireux d'avoir notre avis sur les exploitations d'argiles à poterie qui se trouvent près de cette localité, nous trouvions là l'occasion de vérifier de nouveau nos premières données.

La route de Forges à Gaillefontaine a déjà été parcourue et

étudiée. De Gaillefontaine à Neufchâtel, elle suit tantôt le thalweg de la vallée du N.-E., tantôt elle rencontre la pointe des promontoires de la craie dont la falaise la surplombe. Comme on est en contre-bas, on se trouve sur la craie tufau ou la craie chloritée. Dans les angles rentrants de ces promontoires, la route s'élève sur des chaussées à travers les prairies, dont le fond est sur les argiles kimméridiennes, à la hauteur de Champenville, ou sur les argiles du weald, quand on a dépassé le massif jurassique du soulèvement.

La pente des eaux, qui toutes se dirigent par le ravin qui les porte vers le fond de la vallée, vers Neufchâtel, et par un percement de la ceinture crayeuse dans la longue vallée de la Béthune, qui débouche près d'Arques, vers l'obélisque de la Bataille, dans la vallée d'Arques, indique que, vers la Basse-ville de Neufchâtel, on a atteint le point inférieur de ravinement de tout le sillon d'érosion du pays de Bray. Direction N.-O. En effet, conduits par M. Mathon, bibliothécaire de la ville, chez M. Loisnel, pharmacien, et par eux dans un jardin appartenant à M. Loisnel, où il faisait creuser un puits, nous pûmes trouver dans les matériaux d'extraction l'argile bleue du gault, qui forme en ce point le cuvelage de la petite rivière de la Béthune.

Ces argiles du gault ont été explorées depuis nous par un élève de l'École normale, M. Fargues, qui a envoyé à notre collègue M. Hébert, sous-directeur de cette École, des échantillons rares et précieux d'*Hamites* et d'*Ammonites* provenant de cette même fouille. M. Hébert pourrait avoir la bonté de les communiquer.

Nous fîmes une course au-dehors de la ville qui est placée presque tout entière sur la pente calcaire, marne crétacée et gault. De l'autre côté, en nous élevant par la route qui conduit à Saint-Saëns, on monte un versant opposé, ou bosse abrupte, composée des formations néocomiennes; mais ici le soulèvement est si raide que les argiles inférieures aux sables, ou les *Purbeck-Beds*, sont en élévation, en sorte que de tout temps on les a connues et exploitées, surtout au point nommé le Gailloy, par extraction à ciel ouvert sur la tranche des sables. Sur d'autres points on attaque les argiles par puits et galerie. Elles donnent, depuis un temps immémorial, la matière des poteries fines. Le Musée de Neufchâtel en conserve de précieux fragments des xe, xiie et xive siècles. Cette industrie pourrait renaître si le combustible n'était devenu rare dans le pays de Bray comme ailleurs. Aussi, les tentatives théoriques et même pra-

tiques, pour donner de la houille au pays de Bray, ont été faites et renouvelées bon nombre de fois, mais, nous le craignons, sans données positives et sans chances de succès. Peut-être ne vaudrait-il pas mieux oublier ces déceptions pour ne s'attacher qu'au projet de canalisation de la Béthune, de l'Arques pour faire venir à Forges les charbons belges ou anglais arrivant à Dieppe, ou conduire les argiles figulines de Neufchâtel vers ce combustible que la mer peut apporter.

Nous terminerons ici cette courte notice, et ne conduirons pas nos lecteurs à Gournay et de Gournay à Beauvais. Néanmoins nous recommanderons l'étude du pays de Bray aux géologues comme une des plus instructives que l'on puisse faire, et comme une course agréable à tous égards.

M. d'Archiac, en présentant à la Société quelques crustacés fossiles trouvés par M. Clément Mullet, lit de la part de ce dernier la note suivante :

Le sol géologique de Lonivour, près Lusigny (Aube), est composé principalement d'une marne argileuse grisâtre entremêlée de quelques strates subordonnées d'un grès peu consistant composé de grains dont les uns sont siliceux blancs et les autres chlorites. Ce terrain, qui repose immédiatement sur le gault, semble appartenir au grès vert supérieur. Les fossiles les plus fréquents qu'on y voit sont : *Inoceramus sulcatus*, *Ostrea serrata*, *Ostrea vesicularis*, *Unios*, *Pecten quinque-costatus*, constamment très petit, des fragments de *Lima* indéterminables, des *Pollicipes*, *Ammonites tuberculatus*, *A. inflatus*, tous deux reconnus par M. d'Orbigny; des dents de vertébrés, de poissons et des fragments d'os absolument indéterminables. La carapace de crustacé qui y est jointe est la seule que j'aie trouvée.

Les autres crustacés reconnus par M. d'Archiac pour être du genre *Corystes*, ont été recueillis au Gasty, près Gérodot. Le sol géologique est ici le gault, il a été décrit par M. Michelin dans les Mémoires de la Société. M. Leymerie en parle dans son travail sur la géologie de l'Aube; mais il n'a point parlé de crustacés trouvés dans aucune de ces deux localités.

M. le Secrétaire donne lecture de la lettre suivante de M. Aymard, secrétaire de la Société académique du Puy, etc.

Le Puy, le 20 juin 1848.

Monsieur le président,

J'ai l'honneur de faire hommage à la Société géologique, au nom de la Société académique du pays, du XIIe volume de ses *Annales*, et en mon nom d'un mémoire qui a pour titre: *Essai monographique sur un nouveau genre de mammifère fossile trouvé dans la Haute-Loire, et nommé Entelodon.* J'ai cru devoir joindre à ce travail un aperçu sur les gîtes fossilifères des vallées supérieures de la Loire et de l'Allier, lesquels sont encore peu connus. J'ai donné surtout quelques détails relatifs aux ossuaires alluvio-volcaniques, afin de répondre aux réflexions faites par des membres de la Société (séance du 22 novembre 1847), à l'occasion de mon dernier mémoire sur les fossiles humains trouvés aux environs du Puy.

J'avais consigné dans ce travail cette particularité qui m'avait paru assez importante, que des ossements de mammifères ayant appartenu à des races éteintes existaient dans les strates volcaniques les moins anciens, circonstance qui porterait à croire au synchronisme de ces races et de l'homme, puisque nos fossiles humains proviennent également d'un système de couches volcaniques.

Un membre a pensé que ces faits n'étaient pas très concluants; « car, a-t-il dit, ils se rapportent à des matières qui ont été réunies par des volcans dont la contemporanéité avec les éléphants n'est pas incontestable. »

La Société voudra bien me permettre de répondre que s'il est une vérité acquise et nullement contestée par les géologues qui ont visité le Velay, c'est que les dépouilles de proboscidiens, de rhinocéros, etc. (espèces sans incisives dans l'âge adulte), n'ont été rencontrées jusqu'à ce jour que dans des terrains alluvio-volcaniques et qu'à l'exclusion absolue de toute autre époque antérieure, elles caractérisent l'âge géologique qui fut témoin des convulsions volcaniques de nos montagnes. Au surplus, si l'on observe quelquefois que les os sont épars au milieu des brèches, ce qui peut attester qu'ils auraient été arrachés aux couches volcaniques sous-jacentes, dans le plus grand nombre de cas les ossements n'ont pas été remués, et des squelettes entiers gisent à la place même où périrent les populations animales. A cet égard, l'ossuaire le plus remarquable est celui de Sollilhac qui nous offre dans des marnes mélangées

de cendres et de détritus laviques des squelettes de divers genres d'ongulés. En d'autres endroits, par exemple à Sainzelle (commune de Polignac), une couche de cendres et de brèches constitue le sol ancien sur lequel repose une grande quantité d'os brisés, rongés, mais jamais usés et roulés, qui sont recouverts par d'autres couches de cendres et par des laves basaltiques. Ces amas d'os démontrent évidemment l'existence de repaires dans lesquels les races carnassières entraînaient et dévoraient leur proie.

Dans ces différents gîtes, j'ai trouvé les restes fossiles de races aujourd'hui intertropicales associés constamment avec les dépouilles d'espèces indiquant un climat tempéré et même assez froid; et j'avais eu l'honneur de faire remarquer à la Société, avec l'illustre auteur des *Recherches sur les ossements fossiles*, que ces espèces qui annoncent des habitudes de station si différentes, semblent « révéler un tempérament fort opposé à celui que les espèces voisines nous montrent aujourd'hui. »

Un membre a émis l'opinion que « le mélange d'animaux de pays chauds avec des espèces boréales montre que dans le Velay il y a eu, comme dans les autres contrées de l'Europe, deux périodes, l'une plus chaude suivie d'une période glaciaire. » En admettant cette hypothèse, il faudrait supposer *deux populations* animales dont les dépouilles seraient ensevelies dans des couches distinctes, tandis que, à mon avis, le *mélange* prouve évidemment l'existence simultanée à une seule et même époque géologique de races boréales et intertropicales.

Toutes ces espèces étaient sans doute organisées, les unes et les autres, pour supporter un climat semblable à celui de nos jours, comme le démontre la flore fossile de la période volcanique, flore qui ne diffère nullement de celle des temps actuels. Nous n'avons d'ailleurs aucune preuve de l'existence d'une période de froid, et quant à l'opinion émise relativement aux glaciers qui auraient pu se former sur ces montagnes et amener un abaissement dans la température, aucune observation faite dans le Velay ne tend à établir l'existence ancienne de ces glaciers.

Tous ces faits, et plusieurs autres qui ont fait le sujet de mon précédent Mémoire, me confirment de plus en plus dans la pensée qu'il ne s'est pas écoulé un laps de temps très considérable depuis la période volcanique jusqu'à nos jours, et, dans l'état actuel de nos connaissances géologiques, ils ne s'opposent

point à ce qu'on admette l'existence de l'homme vers la fin de cette même période.

M. Pomel a cru devoir énoncer des doutes à ce sujet dans le séance du 6 décembre 1847. Je regrette bien vivement que cet estimable géologue n'ait pas vu la belle pièce paléontologique déposée au musée du Puy, ainsi que le gisement des fossiles, car je suis persuadé qu'il se serait joint au respectable curé de Neschers, M. Croizet, pour reconnaître l'authenticité de ces fossiles. Bien que ce savant eût contesté tout d'abord l'importance de la découverte, il n'a pas hésité à modifier plus tard sa première manière de voir et à attester loyalement la vérité. Je pourrais aussi invoquer en faveur de mon opinion le témoignage de MM. Geoffroy Saint-Hilaire, membre de l'Institut, Laurillard, conservateur des galeries d'anatomie comparée au Jardin des Plantes, Bertrand de Doue et Lecoq, membres de la Société géologique, qui ont examiné les fossiles et vérifié leur authenticité; il me suffira de dire que, dans une fouille récente, j'ai trouvé plusieurs os de la tête et du pied, et que l'un d'eux a été conservé dans la couche ossifère pour être examiné par les membres de la Société géologique qui auront occasion de visiter le gisement.

M. Pomel lit la notice suivante :

Recherches sur la distribution géographique des mammifères insectivores monodelphes, par A. Pomel.

Convaincu de l'étroite liaison qui réunit les questions paléontologiques et celles de la distribution géographique des espèces actuelles, je m'occupe de réunir la plus grande quantité d'éléments possible pour établir les caractères des différentes faunes qui peuplent de notre temps les terres émergées du globe. Je crois devoir soumettre à l'attention des naturalistes les principaux résultats matériels de cette partie de mes recherches, qui comprend l'ordre des carnassiers insectivores proprement dits.

On peut diviser les animaux de cet ordre en une série de tribus et de familles qui se groupent en deux types très distincts : celui des *Spalacogaliens* et celui des *Galéchiniens ;* les premiers plus fouisseurs, plus exclusivement insectivores, les seconds moins souterrains et mêlant des substances végétales à leur alimentation. Ces caractères physiologiques sont en rap-

port avec des particularités différentielles dans la forme des dents et des membres antérieurs.

Le premier comprend trois familles distinctes et six tribus qui se succèdent dans l'ordre suivant : 1° TALPIENS; A) Taupes; *genres Talpa, Mogera, Geotrypus, Astromycter, Galeospalax;* B) Taupes-musettes; *genres Hyporyssus, Scalops, Scapanus.* 2° MYGALIENS; A) Amblysomes, *genre Chrysochlore;* B) Macrures; *genres Solenodon, Mygale;* C) Myodontes; *genres Plesiosorex, Mysarachne, Urotrichus.* 3° SORICIENS; Musaraignes; *genres Talposorex (non Less.), Sorex (corsira, blarina, otisorex, hydrogale), Galemys (brachysorex, crossopus, pachyura), Musaraneus (cryptotis, myosorex, crociduru).*

Le second type comprend les divisions suivantes : 1° GLISORICIENS; A) Hylogales: *genres Sorexglis, Oxygomphius;* B) Dipogales; *genre Macroscelide.* 2° ECHINOGALIENS; A) Anachantes; *genres Echinogale, Hylomys, Galerix, Gymnura;* B) Hérissons; *genre Erinaceus.* 3° CENTÉTIENS; A) Tendracs; *genres Echinops, Ericulus;* B) Tenreis; *genres Centetes, Echinodes.*

Cet ordre comprend donc trente genres, dont vingt-deux seulement ont encore des représentants à la surface du globe, dans les diverses parties duquel ils sont très inégalement distribués.

Le premier type est représenté dans les deux grands continents. La famille des Talpiens n'habite que l'hémisphère boréal, tandis que celles des Mygaliens et des Soriciens s'étendent aussi dans l'hémisphère austral; mais il est à remarquer que la seconde manque au nouveau continent, et n'est représentée que dans son archipel atlantique des Antilles.

Le second type est essentiellement de l'ancien monde; mais il présente dans la distribution de ses diverses tribus des particularités fort remarquables.

Le genre Talpa n'est encore connu que dans l'ancien continent; il y présente trois espèces, dont une est européo-sibérienne, l'autre des régions méridionales de l'Europe (Italie, Grèce, et, dit-on, France méditerranéenne), la troisième de l'Inde; une quatrième espèce, qui est le type de notre sous-genre Mogera, n'a encore été observée que dans les îles du Japon. Les Astromycter ou Condylures, au nombre de trois, habitent tous les États-Unis et les régions plus boréales de l'Amérique du Nord. Les Taupes de la seconde tribu, que l'on nomme quelquefois Taupes-musettes, sont aussi particulières à l'Amérique du nord, et y présentent deux genres : les Scalops (trois espèces, dont

une plus méridionale habite le Mexique), et les Scapanus (deux espèces qui sont un peu plus boréales que les Scalops).

Les Amblysomes, ou Chrysochlores, sont confinés dans l'Afrique australe, et renferment six ou sept espèces, dont quelques unes paraissent isolées des autres et limitées à des régions assez restreintes. Le Solenodon, espèce de grand Desman terrestre, n'a encore été observé que dans les grandes Antilles, où il vit avec les Capromys; mais il ne passe pas, comme ceux-ci, sur le continent voisin. Deux espèces de Mygales ou Desmans sont propres à l'Europe méridionale; mais l'une est confinée dans les Pyrénées françaises aux environs de Tarbes; l'autre sur les bords du Volga, qu'elle ne remonte pas très haut. Le genre Urotrichus ne sort pas du Japon, où il se trouve avec le Mogera.

La famille des Sorex est aussi riche que les autres sont pauvres en espèces, et, comme conséquence, ses genres ont des circonscriptions géographiques beaucoup plus étendues. Le Talposorex est cependant encore particulier à l'Amérique du nord, et paraît même relégué, dans son espèce unique, dans les États atlantiques de l'Union. Le genre Sorex comprend quatorze espèces qui se répartissent en plusieurs sections. Celle des Blarina ou Musaraignes-taupes (trois espèces) habite l'Amérique septentrionale, et il paraît probable que les deux ou trois espèces des parties septentrionales de l'Amérique du sud qui en ont le faciès général, appartiennent aussi à cette même section du genre. Les premières sont plus boréales les unes que les autres, et s'avancent assez loin dans le Nord. Les Corsira (huit à dix espèces) sont représentées par une dans les montagnes de l'Inde, quatre en Europe (dont une habite les seules Alpes de la Suisse, et deux autres s'étendent jusque dans la Sibérie), et au moins trois, ou peut être cinq, dans l'Amérique du nord. Les Hydrogales (une espèce) et les Otisorex (deux espèces) sont aussi des États-Unis d'Amérique. Des sections analogues s'établissent dans le genre Galemys.

Les Brachysorex, qui représentent les Blarina, sont aussi du nord de l'Amérique (deux espèces). Les Crossopus, correspondant aux Hydrogales (cinq espèces), sont: une du Nord de l'Amérique boréale, deux d'Europe (l'une d'elles passant en Sibérie occidentale), une des montagnes de l'Inde, la dernière enfin du Japon. Les Pachyura sont de l'ancien continent; des six espèces, l'une est propre à l'Italie, à la Grèce et à la Crimée, une autre à l'Afrique (Cafrerie et Barbarie), une troisième aux mon-

tagnes de l'Inde, et trois autres bien certaines dans les îles de la Sonde et sur le littoral voisin du continent asiatique, d'où elles paraissent s'être répandues, comme la souris et le surmulot, au Japon d'un côté, et dans plusieurs îles océaniennes, et aux îles ma careignes de l'autre; l'une d'elles même paraît habiter aujourd'hui la haute Égypte. Parmi les Musarancus, la section Cryptotis (une espèce), représentant les Corsira, habite les États-Unis d'Amérique; les Myosorex (deux ou trois espèces) sont de l'Afrique australe et centrale, l'une en Abyssinie, les autres au Cap. Les espèces de Crocidura paraissent toutes de l'ancien continent; cependant on pourrait avoir confondu une espèce américaine de cette section avec les Otisorex; mais c'est surtout en Afrique qu'elles sont nombreuses, et dans les parties australes (neuf espèces), une est particulière à Madagascar, et une autre à Fernando-Po; les autres sont plus ou moins reléguées dans des régions diverses, ou se trouvent ensemble dans les mêmes lieux. En Europe, deux espèces au moins sont moins boréales que les Corsira et Crossopus, et paraissent habiter aussi la Sibérie tempérée; enfin deux autres espèces sont confinées au Japon.

Les insectivores Arboricoles, Sorexglis, commençant le second type des insectivores, n'ont encore été observés que dans l'archipel de la Sonde, et seulement à Java, Bornéo, Sumatra (cinq espèces), une sixième espèce habiterait cependant la presqu'île malaise au Pégu; les Sauteurs, Macroscélides, sont particuliers à l'Afrique. Sept espèces se trouvent dans les régions australes, dans des habitats particuliers; une huitième dans la Barbarie.

Les deux genres qui lient les précédents aux Hérissons sont encore des îles malaises Java, Sumatra et Borneo; ce sont: Hylomys (une espèce), Gymnura (une espèce). Mais les vrais Hérissons jouent dans ce type le même rôle que les Soriciens dans celui des Spalacogaliens. Les Hérissons vrais ont un représentant dans l'Europe, habitant toutes les parties, excepté les plus boréales. La région aralo-caspienne, qui paraîtrait avoir formé pendant une partie de l'époque diluvienne un détroit entre l'Europe et l'Asie, nourrit deux autres espèces. Dans l'Inde, on en a découvert quatre qui ont un facies particulier dans leur mode de coloration. En Afrique, une espèce vit dans les régions australes, et trois autres dans la vallée du Nil, ayant la plus grande analogie avec celles des steppes aralo-caspiennes, ce qui rappelle un phénomène semblable dan la distribution des Gerboises et de quelques autres rongeurs;

un sous-genre particulier, Atelerix, compte trois espèces, dont une de l'Inde, l'autre de Barbarie, et la troisième s'étendant d'Abyssinie au Sénégal.

Les Echinops (une espèce), Ericulus (deux espèces), Centetes (trois espèces), Echinodes (une espèce), habitent exclusivement Madagascar, et il est probable que le Centetes de l'île de France a été introduit récemment dans cette île venant de Madagascar, où on le retrouve en abondance.

Si nous résumons par régions le nombre des espèces de chaque genre qui les habitent, nombre que l'on pourra comparer à celui des cent dix espèces sur lesquelles on possède actuellement des renseignements positifs, nous verrons :

1° Qu'aucune espèce n'habite la Polynésie et l'Australie ;

2° Les grandes Antilles possèdent seules et uniquement le Solenodon ;

3° L'Amérique du Sud renferme dans ses parties septentrionales trois espèces seulement, qui se rapportent au genre Sorex et à un type exclusivement propre au nouveau continent ;

4° L'Amérique du Nord nourrit vingt-quatre espèces de Spalacogaliens ; le second type, les Galechiniens, lui est complétement étranger. Ces vingt-quatre espèces, dont une seule dépasse les États de l'Union au S. et s'arrête au Mexique, appartiennent aux deux familles des Talpiens et des Soriciens. Dans la première, elle possède en propre les Astromycter, Scalops et Scapanus (huit espèces) ; dans la seconde famille, les sections Blarina, Hydrogale et Otisorex du genre Sorex (six espèces) ; Brachysorex, dans celui des Galemys (deux espèces) ; Cryptotis, dans celui des Musaraneus (une espèce). En outre, parmi les types communs d'autres régions, cinq espèces de Corsira, section du premier genre ; une de Crossopus, section du second genre, et une de Crocidura, section du troisième. En résumé, dix-sept espèces appartiennent à des genres ou sous-genres exclusivement propres à cette région, et sept espèces à trois sous-genres qui se retrouvent dans le nouveau continent : nous verrons aussi que c'est, après l'Afrique cependant, la contrée où se trouvent réunies le plus grand nombre des espèces, presque le quart ;

5° L'Europe, qui nourrit quinze espèces, ne renferme que le seul genre Mygale qui lui appartienne exclusivement ; et même, sur ces quinze espèces, il en est neuf seulement qui ne sortent pas de ses limites telles qu'elles sont tracées par nos géographes, et probablement telles qu'elles étaient fixées par les mers lors de la période des éléphants fossiles. Les autres

six habitent aussi au delà de l'Oural jusqu'à des distances que l'on est encore loin de pouvoir fixer; il est même une de ces espèces communes qui habite presque exclusivement les contrées dont l'émersion a depuis réuni les deux grandes régions de l'Europe et de l'Asie. On peut encore distinguer quelques espèces qui habitent plus exclusivement les parties méridionales de l'Europe; ce sont : une Talpa, les deux Mygales, un Pachyura, un Erinaceus. Les autres, qui se retrouvent assez loin dans le Nord, sont des genres Talpa (une), Corsira (quatre), Crossopus (deux), Crocidura (deux), Erinaceus (une). Les îles de Corse et Sardaigne n'ont pas d'insectivore; l'Irlande n'a pas de Taupes.

6° L'Asie est assez riche en espèces d'insectivores; mais elles y affectent quatre cantonnements principaux. La Sibérie n'est, pour ainsi dire, qu'une province zoologique de l'Europe, quant à la faune des insectivores. En effet, sur sept espèces, une Talpa, deux Sorex, un Crossopus, un Crocidura, sont des espèces européennes; un Erinaceus est du bassin de la Caspienne; il ne lui reste qu'un second Hérisson, peut-être peu distinct du premier, et qui habite au S. des steppes de l'Aral. L'Asie méridionale, quoique assez pauvre, peut-être à cause de nos connaissances restreintes sur de vastes régions, renferme une faune d'insectivores plus indépendante. Elle est cependant dépourvue de genres propres, mais presque toutes les espèces lui appartiennent exclusivement, ce sont : Talpa (une espèce), Corsira (une), Crossopus (une), Pachyura (trois à quatre dont une seule particulière à la région), peut-être un Crocidura en Perse, Sorexglis (une), Erinaceus (cinq dont un Atelerix), ce qui fait treize espèces connues. La région insulaire orientale, le Japon, est extrêmement remarquable; on lui connaît cinq espèces, seulement deux sont de genres particuliers, l'un très voisin des Taupes, Mogera, l'autre bien différent de tout ce que l'on connaissait, Urotrique; il y a ensuite des Crossopus (une) et Crocidura (deux). La région insulaire australe, si curieuse par la liaison qu'elle établit entre le continent asiatique et l'Australie si différents entre eux, est encore plus remarquable que le Japon. On lui connaît dix espèces, dont trois du sous-genre Pachyura, cinq Sorexglis, un Hylomys, un Gymnura. Deux Pachyura se retrouvent sur le continent indien, et ce sont celles qui ont été transportées par les navires dans plusieurs îles très éloignées; mais les huit autres espèces sont spéciales, et si on refuse d'admettre qu'un Sorexglis ait été trouvé récemment

sur le continent, les trois genres pourront être considérés comme exclusivement propres, et, ce qu'il y a de plus remarquable encore, dans les trois grandes îles seulement de Bornéo, Java et Sumatra. On doit encore remarquer que ces trois genres sont plus remarquables par les liaisons qu'ils établissent entre les Soriciens et les Erinaciens.

7° L'Afrique renferme, à elle seule, plus des deux tiers de la totalité des espèces de l'ordre lorsqu'on lui réunit Madagascar. Mais la Barbarie, qui semble faire une petite région à part, n'a encore fourni aux zoologistes que trois espèces des genres Pachyura, Macroscélide et Erinaceus, qui cependant, sauf la première, lui sont particulières. Une autre région, trop mal connue encore dans la plus grande partie de son étendue, est ce que l'on nomme l'Afrique centrale. La vallée du Nil, qui paraît n'en être qu'une dépendance, au moins sous le rapport qui nous occupe, nourrit un Pachyura qui paraît identique à la grande espèce de l'Inde et des îles de la Sonde, un Myosorex, un Crocidura et quatre Erinaceus, dont un Atelerix. A l'extrémité occidentale de cette grande région on trouve un Crocidura et la même espèce d'Atelerix dans le Sénégal, et un Crocidura dans l'île Fernando-Po. Mais dans la région australe on connaît des Amblysomes (sept espèces), Pachyura (espèce de Barbarie), Myosorex (deux espèces), Crocidura (cinq espèces), Macroscelides (sept espèces), Erinaceus (une espèce), en tout vingt-deux. L'île de Madagascar renferme un Crocidura qui lui est propre, et tous les Centétiens, c'est-à-dire un Echinops, deux Ericulus; trois Centetes et un Echinodes, *C. semispinosus*. L'Afrique continentale possède donc en propre deux genres Amblysomes et Macroscelides, et le sous-genre Myosorex. Du reste, elle ne possède ni Taupes, ni Mygales, ni Corsira ou Crossopus qui caractérisent l'Europe. La grande île australe possède en propre la famille des Centétiens, et pour tout autre famille un seul Musaraneus du sous-genre Crocidura.

L'ordre des insectivores a laissé de nombreuses dépouilles dans les dernières formations géologiques, mais on n'en a encore recueilli que dans l'Europe occidentale.

Les terrains diluviens (1) n'ont encore fourni aux recherches des paléontologistes que des espèces de genres européens. Le

(1) Je comprends ici sous ce nom, à la vérité peu convenable, tous les dépôts, marins, fluviatiles ou lacustres, erratiques et d'attérissement, qui renferment l'*Elephas primigenius*, le *Rhinoceros thico-*

genre Taupe proprement dit est représenté par une espèce voisine du Talpa Europæa (T. fossilis) et peut-être par cette même espèce vivante dans quelques gisements particuliers; une autre espèce de grande taille (T. magna d'Angleterre) a été, sans raisons encore suffisantes, rapportée à un genre particulier (Palæospalax). Les Sorex et Crossopus sont très communs et sont représentés chacun par une espèce que l'on a identifiée à la congénère des mêmes localités; mais sans motifs suffisants dans la plupart des cas. Il en est sans doute de même d'un Crocidura que l'on connaît encore moins que les précédents. On a aussi identifié avec le Hérisson d'Europe une espèce des mêmes terrains; mais une seconde s'en distingue bien évidemment, en sorte que l'on connaît huit ou neuf espèces d'insectivores fossiles de l'époque diluvienne, qui toutes appartiennent à des genres actuels, plusieurs certainement à des espèces inconnues, et peut-être quelques unes à des espèces actuelles, et précisément à celles qui se sont répandues d'Europe en Asie sibérienne dans les contrées récemment émergées.

Des terrains tertiaires on ne connaît encore d'insectivores fossiles que dans l'étage miocène, car le Spalacodon du London-Clay n'est qu'un didelphe voisin des Sarigues, mais nous voyons déjà apparaître des types génériques aujourd'hui éteints et offrant dans leurs caractères des mélanges de formes qui, de nos jours, appartiennent à des genres de régions bien différentes. Il est même très curieux d'y retrouver des représentants de tribus aujourd'hui étrangères à l'Europe, et propres soit au nouveau continent, soit aux deux régions insulaires asiatiques, le Japon et la Malaisie.

1° Les Geotrypus (deux espèces) réunissent des caractères de Talpa et de Condilura ou Astromycter.

2° Le genre Talpa paraît être représenté par deux espèces qui sont profondément distinctes de celles de notre époque et de l'époque diluvienne.

3° Les Galeospalax (une espèce) sont presque des Taupes à membres de Desmans.

4° Les Hyporyssus (une espèce) sont encore des Taupes ou des Géotrypes à membres de Scalops, et ayant une dentition intermédiaire.

---

rhinus, etc., caractérisant surtout une faune particulière de mammifères dont l'apparition est antérieure et l'extinction postérieure aux phénomènes erratiques.

5° Les Mygales (deux espèces), si elles étaient mieux connues, formeraient peut-être des sous-genres distincts; elles sont bien certainement de types spécifiques bien distincts.

6° Les Plesiosorex (une espèce) et Mysarachne (une espèce) appartiennent au même type que l'Urotrichus du Japon.

7° Des trois Soriciens observés, l'un ne nous est connu que de nom, un autre est du type des Corsica, le troisième, de grande taille, de celui des Blarina.

8° Les Oxygomphius (deux espèces) sont, d'après H. Meyer, très voisines des Sorexglis.

9° L'Echinogale (une espèce) et les Galerix (deux espèces) sont voisins des Hylomys et des Gymnura des îles de la Sonde, ceux-ci surtout des seconds et celui-là des premiers.

10° Les vrais Hérissons sont représentés par trois espèces distinctes; toutes plus petites que notre E. europæus (il n'y a pas certainement de Centotes).

Ainsi la faune fossile miocène renferme actuellement vingt espèces appartenant à douze genres différents, dont quatre sont encore représentés de nos jours dans la même région, mais dont quelques autres constituent des intermédiaires à ces mêmes genres vivants et à d'autres habitant l'Amérique, dont les autres enfin appartiennent à des familles confinées au Japon ou dans les îles malaises. Aucune de ces espèces ne peut être confondue avec celles de la faune diluvienne ou de notre époque. On peut remarquer que ce nombre d'espèces est supérieur à celui que renferme la même région actuellement, et que l'ordre, à l'époque miocène, était représenté en Europe par un plus grand nombre de genres et de tribus que dans aucune autre grande région zoologique actuelle, et que sous le rapport du nombre des espèces, la région de l'Afrique australe est seulement un peu plus riche d'un douzième, l'Amérique du Nord plus riche encore d'un cinquième, tandis que toutes les autres en ont à peine au plus la moitié. Ces résultats nous font regretter beaucoup l'absence de tout renseignement paléontologique sur cet ordre dans toute autre région que l'Europe occidentale. Cependant on peut déjà conclure que dans les terrains diluviens de l'Amérique du Sud il n'existe pas d'insectivores monodelphes, et que, comme de nos jours en partie, les insectivores didelphes y suppléaient par leur prodigieuse abondance à cette lacune dans l'harmonie zoologique.

Séance du 4 décembre 1848.

PRÉSIDENCE DE M. MICHELIN.

M. Bayle, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Deshayes, *Traité élémentaire de conchyliologie;* 9e livr.; texte, t. I, IIe partie, feuille 9 à 19; atlas; planches 43, 44, 45, 48, 62, 64, 67 et 73. Paris, 1848; chez V. Masson.

De la part de M. A. Dumont, *Mémoire sur les terrains ardennais et rhénan de l'Ardenne, du Rhin, du Brabant et du Condros*, seconde partie (extr. du t. XXII des *Mém. de l'Acad. roy. de Belgique*); in-4, 613 p. 1848.

De la part de M. Jules Ewald, *Quelques remarques sur les Nummulites, avec une note du professeur Ch.-Th.-Ant. Catullo, sur l'inadmissibilité de la faune fossile annoncée par M. Ewald comme caractéristique de la grande formation nummulitique du terrain tertiaire;* in-8, 27 p. Padoue, 1848; imprimerie du séminaire.

De la part de M. Alexandre Rouault, *Description des fossiles du terrain éocène des environs de Pau* (extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France*, séance du 21 févr. 1848); in-8, 6 p. Paris, 1848; chez Martinet.

De la part de M. Victor Thiollière, 1° *Note sur une nouvelle espèce d'ammonite, provenant des grès verts supérieurs du département de la Drôme* (extr. des *Annales de la Soc. nation. d'agric., hist. natur. et arts utiles de Lyon*, séance du 5 mai 1848); in-8, 7 p., 1 pl.

2° *Sur un nouveau gisement de poissons fossiles dans le jura du département de l'Ain* (extr. des *Ann. de la même Soc.*, séance du 16 juin 1848); in-8, 24 p.

De la part de M. L. Bellardi, *Monografia*, etc. (Monographie des colombelles fossiles du Piémont) (extr. des *Mém. de l'Acad.*

des sciences de Turin. — Sér. 11, t. X); in-4, 23 p., 1 pl. Turin, 1848; imprimerie royale.

De la part de M. Dana, *A general review*, etc. (Revue générale des effets géologiques du refroidissement de la terre depuis la période de fusion ignée) (extr. de l'*American journal of science and arts*, 2e sér., vol. IV); in-8, 7 p. New Haven, 1847; chez Hamlen.

Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences; 1848, 2e semestre, t. XXVII, nos 21 et 22.

L'Institut; 1848, nos 777 et 778.

Mémoires de la Société royale des antiquaires du Nord; 1836-1837 et 1840-1843. Copenhague, 1838 et 1843.

Mémoires couronnés et mémoires des savants étrangers publiés par l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique; t. XXII, in-4; 1848.

Bulletin des séances de la Société vaudoise des sciences naturelles; no 18; séance générale du 19 avril 1848.

The Athenæum; 1848, nos 1100 et 1101.

The Mining Journal; 1848, vol. XVIII, nos 692 et 693.

Neues Jahrbuch, etc. (Nouvel annuaire de minéralogie, de géognosie et de géologie de MM. Leonhard et Bronn); année 1848, 3e et 4e cahiers.

M. d'Archiac présente, de la part de M. de La Roquette, les *Mémoires de la Société des antiquaires du Nord.*

M. le Président annonce que le Conseil, dans la séance de ce jour, a été d'avis, attendu l'état financier de la Société, de vendre au prix de 2 fr. 50 c., aux membres de la Société, et de 5 fr., aux membres étrangers, la première partie du deuxième volume de l'*Histoire des progrès de la géologie*, par M. d'Archiac.

L'avis du Conseil est adopté par la Société.

lernières excursions que j'ai faites en Bretagne, lesquelle
procuré un grand nombre d'échantillons de Trilobites
enant à des espèces nouvelles ou imparfaitement con-
et les observations que j'ai eu ainsi l'occasion de faire me
ent devoir être publiées à cause de leur importance, en
lles viennent confirmer la théorie que j'ai posée relati-
à la transformation que le test de ces animaux a subie
rtains cas.

que je l'ai déjà dit dans le premier Mémoire que j'ai eu
eur de communiquer à la Société, le sulfure de fer, si
nt dans le schiste ardoisier que l'on exploite sur diffé-
oints de la Bretagne et de l'Anjou, constitue le test de
s Trilobites, tandis que d'autres espèces de la même fa-
quoique associées aux premières, n'offrent pas ce
re.

ude toute particulière que j'ai faite du test de ces fossiles,
omparaison des caractères physiques qu'ils m'ont pré-
avec ceux des Mollusques qui se rencontrent dans les
gisements, m'avaient conduit à conclure que la quantité
fure de fer qui s'y rencontre pourrait être considérée
représentant la quantité de calcaire qui entrait primi-
at dans la composition du test de ces fossiles.

que j'établis cette théorie, j'étais loin de penser qu'il
ait possible de confirmer aussi promptement la justesse

rare, à un tel point, que la plupart des fossiles, qui ailleurs m'ont toujours offert leur test formé de ce minéral, n'en présentent ici de traces que sur un petit nombre d'échantillons; mais ce que je viens de reconnaître, c'est que tous ceux qui n'ont pas subi cette transformation, et c'est le plus grand nombre, m'ont présenté comme constituant le test lui-même une quantité de calcaire égale à celle que j'avais indiquée, c'est-à-dire à la quantité de sulfure de fer qui s'y rencontre ordinairement, tandis que dans ceux dont l'enveloppe solide était de nature cornée, le test, dans un grand nombre de cas, est remplacé par de la baryte sulfatée. J'ai remarqué de plus que cette dernière substance se rencontre toujours dans cette localité là où la matière organique a prédominé.

A l'appui des faits que je viens de citer, je signalerai un Brachiopode du genre Orthis provenant de la même localité, et que je désigne sous le nom spécifique d'*O. Berthoisi* (Pl. II, fig. 4). J'appelle particulièrement l'attention des savants sur ce fossile, tant à cause de la rareté de ces Mollusques dans ces schistes, que des caractères qu'il va nous offrir. C'est une grande coquille du groupe des *Arcuato-striatæ* de M. de Verneuil; elle est peu épaisse et sa valve dorsale seule est sensiblement renflée et munie d'un crochet peu saillant; ses deux valves sont couvertes de stries fines, très nombreuses, et de lignes d'accroissement très marquées; mais le caractère le plus saillant et en même temps le plus difficile à préciser dans une description spécifique nous est fourni par les nombreuses déformations qu'elle a subies. Ces déformations sont telles, que sur plus de soixante échantillons il ne m'a pas été possible d'en rencontrer deux de formes semblables (Pl. II, fig. 4^a, 4^b, 4^c), bien qu'ils appartiennent à une espèce dont la forme symétrique est bien reconnue. Ce caractère de faible résistance aux causes accidentelles prouve combien peu il entrait de calcaire dans la composition de cette coquille, et la quantité de cette substance, ou à son défaut de sulfure de fer que j'y ai rencontrée, est plus grande vers les crochets où les déformations sont peu marquées et diminuées de plus en plus en s'avançant vers le bord. Les déformations augmentent avec cette diminution, de telle sorte que la ligne qui détermine l'étendue de la coquille, au lieu d'être circulaire, affecte toutes les courbures possibles, sans se montrer brisée. A ce caractère s'en joint un autre, celui de présenter lustrée, dans certaines parties seulement, la roche qui l'environne, ce qui est dû, je crois,

ience exercée par la matière organique exprimée de l'a-
lorsqu'il fut comprimé. En effet, cette partie lustrée
: assez bien ce qui se passe quand, par exemple, on
me une limace avec le pied, de manière que le talon
le sol; alors la matière liquide tend à fuir en avant, en
même de la force de la pression que l'on exerce, ou, si le
touche pas le sol, et qu'il suive au contraire une direction
ique, en comprimant l'animal il tendra à en entraîner
ère solide, tandis que la matière liquide exprimée lais-
e trace non équivoque du chemin parcouru, mais dans
ction opposée à celle que l'animal a reçue. Les modifi-
que j'ai remarquées dans les formes de ce fossile, ainsi
ns toutes les espèces de Trilobites provenant de cette
ocalité, offrent toutes des résultats semblables. De plus,
ervé que lorsque j'ouvrais un bloc renfermant un fossile,
it un *Ogygia* ou un *Illænus*, etc., animaux dont le test
: nature cornée, l'animal se dégageait complétement de
ère la plus nette, et que sa surface, ainsi que sa contre-
se montraient toujours comme couvertes d'un vernis,
qu'à l'égard des *Calymene*, *Phacops*, etc., dont le test
lcaire, sur plus de cinq mille, il ne m'a pas été possible
gager entièrement un seul : ce n'est que sur des parties
s que j'ai pu les étudier.

t à ce qui est de l'*Orthis Berthoisi*, il m'a toujours offert
x caractères à la fois, c'est-à-dire que je n'ai jamais pu
complétement les crochets et la partie de la coquille
avoisine, tandis qu'en s'avançant vers le bord elle s'est
s nettement séparée.

, quelle que soit la nature du test des fossiles, dès
nt subi l'une des déformations que j'ai signalées plus
: que j'ai comparées à celles que l'on peut faire éprouver
mace en la comprimant, j'ai rencontré dans le plus grand
de cas, sur la partie lustrée de la roche qui paraît ré-
le cette action, une couche de barytine, substance qui
e le plus souvent le test des *Ogygia* et des *Nileus*,
mais celui des autres Trilobites.

uite de cet ensemble d'observations, j'arrive aux con-
suivantes : 1° que le test des Trilobites était de nature
mais que dans certains genres il y entrait une plus ou
grande quantité de calcaire; 2° que là où le sulfure de
se former en quantité suffisante, le calcaire qui entrait
composition du test des Trilobites et des Mollusques a

complétement disparu pour être remplacé par ce métal, lequel, lorsqu'il s'est trouvé très abondant, a rempli tous les vides formés par la décomposition du test de ces animaux, lors même qu'ils ne contenaient pas de calcaire, ainsi que cela s'observe sur la plupart des fossiles provenant des ardoisières d'Angers, mais qu'on ne peut attribuer la décomposition du test calcaire qu'à la formation de la pyrite, puisque là où cette substance n'a pu se former le carbonate de chaux se retrouve; 3° que le sulfate de baryte paraît n'avoir pu se former que là où le fer s'est montré peu abondant et sous l'influence des actions électro-chimiques résultant de la décomposition de la matière organique, puisque c'est à l'endroit où cette décomposition s'est effectuée que se rencontre cette substance.

DEUXIÈME PARTIE.

2° *Sur le changement de forme dû à des causes accidentelles.*

La deuxième partie de mon mémoire repose sur les observations que m'ont mis à même de faire les collections des galeries du Muséum, grâce à l'autorisation dont ont bien voulu m'honorer MM. les administrateurs du Jardin des plantes, et à l'empressement avec lequel MM. Charles d'Orbigny et Young les ont mises à ma disposition.

Or, comme les quelques espèces qui forment le sujet de ce travail sont connues depuis longtemps, et que tous les auteurs ne sont pas d'accord à leur égard, j'ai cru devoir remonter jusqu'à la source pour m'en rendre compte, et faire savoir à qui appartient le mérite de les avoir fait connaître le premier. J'appellerai particulièrement l'attention de la Société sur ces recherches à cause de l'intérêt qu'elles présentent, et parce qu'elles se rattachent aux travaux de l'un de ses membres les plus illustres, dont la perte récente est vivement et universellement regrettée.

En 1757, dans un travail sur les ardoisières d'Angers et sur les empreintes des corps organisés qui s'y rencontrent, lequel est inséré dans les Mémoires de l'Académie de la même année, Guettard figure et décrit sous le nom de crabes, écrevisses de mer et crevettes fossiles, des animaux désignés aujourd'hui sous le nom commun de trilobites.

En 1822, Alex. Brongniart dans son admirable ouvrage sur

es animaux, en citant ce mémoire, rapporte toutes les espèces ui se trouvent décrites et figurées à deux des genres qu'il forme, *Calymene* et *Ogygia* : il rapporte à l'une des espèces qu'il nomme *Ogygia Desmaresti* un fragment qu'il figure comme présentant mieux certains caractères de détail, mais dont a description qu'il donne pour l'animal entier n'est applicable qu'à l'espèce figurée par Guettard qu'il cite à cet effet.

Les déformations nombreuses que cette espèce a subies dans cette localité, la seule connue alors pour fournir ce fossile, sont telles qu'aucun des échantillons qui en proviennent ne pouvait à cette époque donner une juste idée de la forme réelle de cet animal : ce n'est qu'en 1840 seulement qu'il fut donné à M. Milne Edwards de déterminer d'une manière précise quel est le nombre de segments qui en compose le thorax.

En 1843, M. Burmeister dans son bel ouvrage sur les Trilobites (*Die Organisation der Trilobiten*), à l'aide de termes de comparaison plus nombreux et aussi peut-être d'échantillons meilleurs, put déterminer d'une manière positive la place que doit occuper ce fossile en le faisant entrer dans le genre *Illænus* et il le désigna sous le nom spécifique de *giganteus*.

Cet auteur fait observer en même temps, que l'espèce figurée par Guettard, et que M. Milne Edwards rapporte avec raison à l'*Ogygia Desmaresti*, de Brongniart, se rapporte plutôt à son *Illænus giganteus*. A cet effet, je prendrai la liberté de faire remarquer à ce savant professeur que si le fossile figuré par Guettard est identique avec sa nouvelle espèce, cette dernière alors, ainsi que je l'ai déjà dit en 1846, doit nécessairement rentrer dans celle que Brongniart avait décrite primitivement, et je me contenterai de lui rappeler que ce dernier en parlant des *Ogygia*, à la page 27 de son ouvrage, renvoie aux planches 7 et 9 du mémoire de Guettard comme reproduisant des animaux fort incomplets, mais qui se rapportent à ce genre, et comme plus bas il dit aussi en parlant du même auteur : « Il avait eu aussi connaissance des *Calymene*, mais il les avait confondues avec les *Ogygia*, » cette dernière citation indique à la fois que dans ces figures Brongniart n'admettait que deux genres, *Ogygia* et *Calymene*, et que lorsqu'il les a citées plus haut il ne s'occupait pas de ce dernier.

Si maintenant nous cherchons à établir les rapports que peuvent présenter ces figures pour la forme et les proportions avec celles que l'auteur assigne à son espèce, *Ogygia Desmaresti*,

nous trouvons que l'animal de la figure 1, Planche 9, quoique légèrement déformé, est conforme à ces caractères, et que celui de la figure 2, Planche 7, ne peut être assimilé à une autre espèce, tandis que de toutes les autres figures de ces mêmes planches une seule est reconnaissable; mais l'état enroulé sous lequel elle se présente ne permet pas de supposer que Brongniart ait pu la confondre avec l'espèce qu'il décrit, laquelle suivant lui ne jouissait pas de cette faculté, bien qu'il ait été reconnu depuis, sur des échantillons provenant d'autres localités, que cet animal pouvait se contracter; que d'ailleurs l'espèce que représente cette figure provient d'Angleterre, Brongniart ne faisant rentrer dans ce genre que des espèces venant d'Angers. Par trois raisons différentes, nous sommes donc autorisé à penser que l'espèce figurée par Guettard est celle que Brongniart a décrite sous le nom d'*Ogygia Desmaresti*.

La première est que l'on ne peut pas supposer qu'il ne s'en soit pas occupé puisqu'il en cite les figures.

La deuxième, qu'il rapporte ces mêmes figures à son genre *Ogygia*.

La troisième, que l'espèce d'entre elles qui présente le moins de déformations se rapporte, pour la forme et les proportions, à celles qu'il indique dans sa description.

Enfin, comme dernière objection, nous demandons qui a pu fournir à cet auteur la forme et les proportions qu'il assigne à l'animal entier. A coup sûr ces caractères n'ont pu lui être donnés par l'espèce qu'il figure, d'abord parce qu'il ne s'y rapportent en aucune manière (1), et ensuite parce que cet échantillon, au dire de M. Burmeister lui-même, offre trop peu de caractères pour qu'on en puisse faire une espèce.

Quant à cet échantillon figuré par Brongniart, échantillon que cet auteur a cru devoir rapporter à l'espèce qu'il décrit, voici à peu près comment on peut s'expliquer ce rapprochement; la figure 2, Planche 8, mémoire de Guettard, représente l'*Illænus* précité, déformé par une force qui s'est exercée sur lui dans le sens de l'axe de l'animal, de l'avant à l'arrière (reproduit ici d'après nature, Planche II, figure 2[b]), et dont l'aspect

(1) Jamais on ne pourra démontrer, bien qu'il l'ait cru lui-même, que les proportions (une fois et demie plus longues que larges), assignées par Brongniart à l'espèce qu'il décrit, soient applicables à l'animal que nous avons figuré ici, pl. I.

qu'il présente dans son ensemble est comparable à celui qui nous est offert par l'échantillon reproduit par Brongniart, qui a pu croire, à cette époque surtout, que l'animal qu'il figurait avait subi la même déformation sans avoir éprouvé les mêmes altérations dans ses caractères de détail, lesquels auraient disparu sur les échantillons plus entiers, puisqu'il dit que les figures données par Guettard sont incomplètes et vagues.

Cette question me semble suffisamment éclairée pour qu'il demeure bien établi que l'espèce désignée par Burmeister sous le nom de *Illænus giganteus* se rapporte à celle décrite dans le principe par Brongniart sous le nom d'*Ogygia Desmaresti*; en conséquence, nous croyons devoir maintenir à ce fossile le nom d'espèce qui lui fut donné tout d'abord, en le conservant dans le genre *Illænus*, auquel il appartient véritablement, ainsi que nous l'avons déja fait dans le catalogue des fossiles de la Bretagne que nous avons publié en 1846.

Pour ce qui est du fragment figuré dans l'ouvrage de Brongniart, attendu qu'il ne se rapporte à aucune description, en le décrivant, nous nous croyons autorisé à en faire une espèce nouvelle que nous nous faisons un devoir de dédier à la mémoire du célèbre auteur qui le premier l'a signalé.

Dans son ouvrage M. Burmeister, en parlant de ce fragment, après avoir fait observer qu'il offrait trop peu de caractères pour qu'on pût en faire une espèce, dit : « Peut-être n'est-ce qu'un grand exemplaire d'*O. Buchi* dont les articulations auraient glissé les unes sous les autres, ce qui le fait paraître si raccourci. »

Je ferai remarquer d'abord que la figure donnée par Brongniart, quoique incomplète, est exacte, et ne permet ni de la confondre avec *O. Buchi*, ni de supposer que les articulations aient glissé les unes sous les autres, lors même que cela eût été possible, et je ne puis croire que le savant auteur de l'organisation des Trilobites ne se soit pas rendu compte du principe sur lequel il établit sa classification, lorsqu'il divise ces animaux suivant qu'ils jouissaient ou qu'ils étaient privés de la faculté de s'enrouler (voir la 1re *note additionnelle*, p. 80), les *Ogygia* appartenant au groupe des Trilobites qui ne possédaient pas cette faculté, fait que nous admettons pour toutes les espèces connues de ce genre, y compris celle qui nous occupe.

Or, il n'y a qu'une manière d'expliquer la cause qui pouvait neutraliser la contraction chez ces animaux, c'est la soudure

plus ou moins complète des articulations qui en composent le thorax, ainsi que cela s'observe chez les Paradoxides, *Olenus*, Harpes, Harpides, etc.; mais c'est surtout chez *Trinucleus granulatus* (voir la 2e *note additionnelle*, p. 82) que ce caractère se présente de la manière la plus complète : là les articulations font tellement corps ensemble, que toute la carapace qui couvrait cet animal paraît n'avoir été formée que d'une seule pièce; les lignes transversales que l'on aperçoit sur le thorax ne peuvent plus être considérées que comme dernier indice de la division de cette partie de l'animal.

Une fusion analogue, plus ou moins complète, plus ou moins apparente, était la cause principale qui empêchait ces animaux de se contracter.

Les *Ogygia* sont bien certainement, entre tous les fossiles qui présentaient cette modification, ceux chez qui elle était le moins marquée, car ce n'est bien qu'à l'endroit des sillons longitudinaux, et en s'étendant sur les plèvres jusqu'au milieu de leur largeur environ, que la soudure des segments avait lieu, par un épaississement de la membrane qui les unissait (chez *O. Buchi* ce caractère paraît plus marqué), tandis qu'à leurs extrémités ce caractère cessait d'exister, chacune des articulations devenant libre et plus flexible : au lobe médian elles étaient séparées par une membrane très mince, nulle d'abord près des sillons dorsaux, mais qui se développait de plus en plus jusqu'au milieu où elle était très large. Là aussi les articulations jouissaient d'une certaine flexibilité à cause de leur plus grande minceur et de leur nature cornée; ici, comme à leurs extrémités, elles ont pu céder aux forces qui se sont exercées sur elles; mais le glissement des unes sous les autres ne pouvait avoir lieu par suite de la soudure que je viens de signaler, laquelle a pu leur permettre cependant de dévier légèrement, mais toutes ensemble, de leur position perpendiculaire à l'axe, lorsqu'une force a agi obliquement sur l'animal (et encore cette déviation ne se remarque bien que chez *O. Guettardi*). Il résulte de cette disposition et de la nature cornée de leur test, que ces animaux pouvaient légèrement s'infléchir, qu'une compression latérale chez des jeunes individus pouvait en altérer la forme; mais quel que fût l'âge de l'animal, lorsque la force agissait dans le sens de l'axe, la déformation indiquée par M. Burmeister ne pouvait s'effectuer, tandis que, si le choc était trop violent pour que l'animal pût y résister, il a été rompu. J'ai reconnu alors que les articulations restées aux parties du corps séparées

nt toujours gardé entre elles leur position respective. Plus de ent échantillons que je possède dans ma collection, ainsi que ous ceux que j'ai pu examiner ailleurs, viennent à l'appui de e fait. Dans le cas où cette force n'était pas assez puissante pour rompre l'animal, elle en modifiait légèrement les formes ; et l'espèce qui nous occupe ici se présente dans les conditions es plus favorables pour la démonstration des faits que nous venons d'avancer. En effet, les altérations que nous offre ce fossile, quoique légères, nous indiquent cependant qu'elles sont lues à une cause violente qui s'est exercée sur lui dans la direction indiquée par la flèche BA (Planche I) de l'arrière à l'avant, sensiblement oblique de gauche à droite, et qui a produit ur lui les déformations suivantes : au thorax, le lobe médian a été presque complétement aplati; la partie des segments qui e composent a été refoulée en avant, de manière à mettre à découvert les membranes qui les unissaient, et les extrémités de ces mêmes articulations, ramenées en quelque sorte plus près du corps au côté gauche, semblent au contraire s'en écarter au côté droit (le même phénomène s'observe pour les angles postérieurs du bouclier céphalique); mais, à l'endroit des deux sillons dorsaux, les articulations ne montrent aucune déviation. A la tête, l'œil gauche, poussé en avant, s'incline sensiblement vers la glabelle qui a cédé à la même impulsion, de même que l'œil droit et la joue sur laquelle il repose. Cette joue se trouve refoulée vers le disque dont la forme n'est que bien peu altérée, surtout vers le bord, ce qui démontre que la matière qui formait ce dernier devenait de plus en plus résistante en s'éloignant du centre. La nature cornée de cette pièce pourrait être comparée à un disque de cuir mince, de plus en plus raorni en s'avançant vers la circonférence. La rupture qui se remarque en avant de la glabelle, près de cette dernière, rappelle, par son peu de régularité, quelque chose de déchiré, tandis qu'à la partie antérieure, où elle est plus nette, elle ressemble davantage à une cassure. On ne peut pas supposer non plus que ce large limbe ait été de nature calcaire; sa grande minceur et es grandes proportions ne lui eussent pas permis de résister au choc qu'il a éprouvé et qui l'eût immédiatement mis en éclats, ainsi que cela se remarque si fréquemment chez les Calymènes, es Phacops et surtout chez les *Trinucleus*, bien que ces animaux eussent des proportions beaucoup moindres, et dont les différentes parties du test, par leurs dispositions, pouvaient offrir plus de résistance aux causes accidentelles. La déviation que

nous présentent les angles postérieurs de cet organe nous fait voir au contraire que cette pièce était flexible, mais dans de certaines limites.

D'après ce court examen, nous venons de reconnaître que cet animal a éprouvé l'action d'une cause destructive très puissante, en même temps que la forme générale de son corps n'a été que bien légèrement altérée; et pourtant si cette même force se fût exercée sur l'*Illænus* que j'ai représenté (Pl. II, fig. 2), elle l'eût amené à l'état sous lequel se présente le même animal (fig. 2ª), ce qui est uniquement dû au peu de résistance que présentaient les parties extrêmes des animaux de ce genre, dont la nature était charnue, et aux conditions dans lesquelles se trouvaient les segments qui en composent le thorax.

Lorsque dans le laboratoire de M. Cordier le seul fragment connu du fossile qui nous occupe me fut remis spontanément et devant ces messieurs, j'indiquai quelles devaient avoir été les proportions de cet animal. Les principes à l'aide desquels je suis arrivé à confirmer ces conclusions me paraissent fondés. En les exposant, je vais essayer de reconstruire cet animal dans les proportions qui me semblent devoir le mieux s'accorder avec ce qui nous en reste.

Dans le tableau que j'ai joint à mon premier mémoire, je fais connaître les rapports qui existent entre les différentes parties des Trilobites, et on peut remarquer que, suivant les genres, ces diverses parties présentent des proportions relatives différentes. Ainsi, tandis que chez les Calymènes, par exemple, le bouclier céphalique entre pour un quart à peu près dans la longueur totale de l'animal, le thorax (*abdomen*) pour plus de la moitié, le pygidium (*post-abdomen*) n'en forme qu'un cinquième environ. Chez les *Ogygia* le rapport est différent : le bouclier forme un peu plus d'un tiers, le thorax un peu moins et le pygidium présente sensiblement les mêmes dimensions que la tête. Ainsi donc, tandis que chez les Calymènes c'est le thorax qui est le plus développé en longueur, chez les *Ogygia* c'est lui qui l'est le moins. La différence que présentent entre elles les diverses parties du corps chez ces derniers animaux est à la vérité peu marquée. Il s'ensuit donc qu'entre les trois parties qui en composent le corps longitudinalement il existe un certain rapport, et j'ai observé qu'il devenait de plus en plus grand à mesure que la forme générale de l'espèce était moins allongée, de sorte que chez *O. Edwardsi*, qui est la moins elliptique, c'est là aussi que cette différence est moins sensible, ce qui nous indique que la forme de plus en

plus arrondie que l'on observe d'une espèce à une autre chez ces fossiles est due à deux causes différentes : au développement en largeur et à l'équilibre qui tend à s'établir entre les trois parties qui en composent le corps, ce dernier fait s'effectuant au détriment des deux extrêmes qui deviennent de plus en plus obtuses.

Ceci posé, nous arrivons aux conclusions suivantes : que plus la largeur de l'animal se rapproche de sa longueur, plus la largeur des diverses parties qui le composent l'emportera sur la longueur, et moins la différence qu'elles présentent entre elles dans le sens de cette dernière dimension sera grande.

Partant de ce principe pour les espèces de ce genre, il nous suffira d'avoir une de ces parties de l'animal, lors même qu'elle ne serait pas complète, pour qu'il nous soit possible de le reconstruire dans ses proportions les plus probables. En effet, le bouclier céphalique étant la seule de ces parties qui soit conservée entière sur cet échantillon, les proportions qu'elle nous présente, comparée avec la même pièce des espèces qui nous sont connues, ne nous permet plus de la confondre avec aucune d'elles; car la longueur du bouclier étant considérée comme un, la largeur est de un et quart chez *O. Guettardi*, deux chez *O. Buchi*, deux et demi chez *O. Edwardsi*, et plus de trois et demi chez celle que nous étudions. Ces proportions nous indiquent évidemment un animal dont la largeur est très grande comparativement à la longueur, et par suite un rapport plus intime entre les trois parties qui le composent : c'est en effet ce que nous allons reconnaître.

Nous savons que toutes les espèces connues de ce genre ont le thorax formé de huit segments, à moins d'une exception qui pourrait avoir lieu, mais qui ne nous paraît pas probable. L'espèce qui nous occupe, comme toutes ses congénères, en avait huit aussi, conclusion qui d'ailleurs va se trouver justifiée. Si donc par la pensée nous complétons ce nombre, en en ajoutant un aux sept qui nous restent, nous voyons, ainsi que nous avions lieu de le penser, s'établir de plus en plus le balancement des proportions relatives de ces diverses parties, c'est-à-dire que la longueur du thorax se trouve dans des proportions égales à peu près à celles que nous présente le bouclier, ce qui justifie en même temps le principe que nous avons établi, que plus la largeur de l'animal se rapproche de sa longueur, moins sera grande la différence que présentent entre elles les diverses parties qui le composent dans le sens de cette

dernière dimension. Mais comme c'est entre les trois parties du corps de l'animal que nous avons vu ces rapports s'établir de plus en plus, et que d'ailleurs ces rapports n'ont jamais cessé d'exister entre les deux extrêmes, à moins d'une exception dont il ne serait pas facile de se rendre compte ici surtout, le pygidium devait avoir en longueur une étendue égale à celle qui nous est présentée par la tête. Donc, si à la suite du thorax, tel que nous l'avons rétabli, nous ajoutons dans le sens de l'axe de l'animal une longueur égale à celle de son bouclier, nous arrivons à un point C, Pl. I, qui nous semble déterminer la longueur que devrait avoir ce fossile s'il était entier.

Maintenant si, pour vérifier jusqu'à quel point cette limite peut être exacte, nous cherchons par une comparaison plus ou moins étendue à reconnaître parmi les espèces qui nous sont le mieux connues, sur quelle articulation se trouve le milieu de la longueur du corps de ces animaux, d'abord nous remarquons qu'il varie beaucoup suivant les genres, et peu entre les espèces congénères. Ainsi, tandis que le milieu du corps se rencontre sur le sixième segment du thorax chez les *Homalonotus*, *Calymenes* et *Paradoxides*, entre le cinquième et le sixième chez les *Illænus*, les *Nileus*, *Asaphus* et *Ogygia* nous le présentent entre le quatrième et le cinquième segment; chez les *Trinucleus* il arrive à peine sur le premier, excepté peut-être chez *T. Wahlenbergi* (*granulatus*) où, d'après la figure qu'en donne Dalmann, il se trouverait sur le deuxième. Partant de ce principe qui fixe le milieu de la longueur de l'animal, pour le genre *Ogygia* auquel appartient l'espèce que nous étudions, entre la quatrième et la cinquième articulation du thorax, mais en tenant compte ici de l'inflexion que ces divisions nous présentent au lobe médian, en ne nous basant que sur leur position à l'endroit des sillons dorsaux, là où elles n'ont éprouvé aucun dérangement, nous reconnaissons que ce point se trouve au milieu de la longueur à laquelle nous nous étions arrêté.

Un autre caractère non moins important est la similitude que présentent entre elles les lignes qui limitent à l'extérieur les deux parties extrêmes des animaux de ce genre. Quelle que soit l'espèce, on observe toujours que l'animal se développe en largeur de l'avant à l'arrière jusqu'au quatrième segment, et qu'à partir du cinquième il se rétrécit progressivement jusqu'à son extrémité postérieure et de la même manière qu'il s'est élargi. Évidemment à cause du plus ou moins grand développement que présentent les angles postérieurs du bouclier céphalique, cette

ffrira nécessairement un peu plus de largeur que le
n, mais ce qui est à remarquer, c'est que les deux
nds diamètres se croisent en un point qui est le centre de
, entre le quatrième et le cinquième segment. En con-
ici le mouvement de retrait qu'affectent les cinquième,
et septième articulations du thorax, guidé pour la cour-
là ligne que nous allons tracer comme limitant poste-
ent cet animal par la courbure que nous présente la
ui le détermine antérieurement, nous arrivons encore
t C que nous avions posé dans le principe.
, comme dernière considération, j'ajouterai que le bord
l du pygidium chez ces mêmes fossiles est toujours en
avec celui du bouclier céphalique pour l'épaisseur, la-
st très marquée sur l'espèce la plus elliptique et se
e plus en plus, à mesure qu'on l'observe sur des espèces
orme est de moins en moins allongée, ce rapport étant
e entre les deux parties d'un même animal : la grande
que présente le limbe marginal qui entoure la tête de
ui nous occupe suffirait aussi pour nous porter à con-
ie sa partie postérieure ne pouvait pas se prolonger
de la limite que nous venons de déterminer.
accord parfait que présentent dans leur ensemble tous
ctères que nous venons d'analyser et par l'harmonie qui
ans les détails de cet animal ainsi reconstruit, nous
porté à croire qu'il ne devait pas, ne pouvait pas même,
d'anomalie, avoir eu des proportions bien différentes
que nous venons de lui assigner.
espèce peut se caractériser de la manière suivante. De
gèrement ovale, mais dont le plus grand diamètre est
sens de la largeur. Bouclier céphalique en forme de
t, trois fois et demie au moins plus large que long.
large, peu développée en longueur, n'occupant en ce
les trois quarts de celle du bouclier, marquée de deux
ntéraux peu profonds, lesquels partent presque ensem-
es de l'angle antérieur de l'œil ; le premier se dilatant
ndant d'une manière légèrement oblique en avant, le
e moins sensible et perpendiculaire à l'axe. Joues plates,
iformes, se confondant presque avec la glabelle, tant
igne qui les circonscrit antérieurement, que par le peu
ndeur des sillons qui les séparent. Œil grand, corné,
eloppé, et dont la réticulation d'une ténuité extrême est
e de mille à douze cents facettes au moins. Lobe pal-

pébral, faisant corps avec la glabelle. Suture faciale, se maintenant parallèle au bord extérieur sur une très grande étendue, puis rentrant sur elle-même en décrivant une courbe nettement arrondie et par un retour brusque venant gagner l'angle antérieur de la cornée qu'elle longe postérieurement pour s'étendre ensuite sur la joue qu'elle parcourt sur presque toute sa largeur, en avant du sillon occipital, qui est peu marqué, ainsi que le bord qu'elle vient couper en faisant un crochet.

Thorax très large. Sept articulations sont conservées, lesquelles sont libres à leur extrémité qui se termine par un angle oblique dirigé en arrière; séparées par une membrane mince au lobe médian; fortement unies entre elles à l'endroit des sillons dorsaux d'où partent des sillons latéraux qui les traversent presque diagonalement sur les plèvres, qui présentent en largeur une fois et demie celle du lobe médian. *Pygidium* inconnu, mais dont les proportions répondaient nécessairement à celles présentées par ce qui reste de cet animal.

1re NOTE ADDITIONNELLE.

.... Lorsqu'il divise ces animaux suivant qu'ils jouissaient.... page 73.

Les principes sur lesquels ce savant observateur s'appuie pour établir sa classification, ne nous paraissent pas suffisants pour servir à une disposition méthodique de ces animaux, puisque d'après ces mêmes principes les espèces d'un même groupe naturel peuvent se retrouver placées à de très grandes distances et associées à d'autres avec lesquelles elles n'ont que peu d'analogie, ainsi qu'on va le voir par l'étude seule du genre qui se trouve placé en tête de cette classification.

Après avoir séparé en deux classes tous les animaux de cette famille, suivant qu'ils jouissaient ou qu'ils étaient privés de la faculté de se contracter, M. Burmeister subdivise chacune de ces grandes divisions en groupes auxquels il donne le nom de genre, et dont le caractère principal consiste dans le nombre de segments que ces animaux présentent au thorax.

En commençant par ceux qui n'avaient pu se contracter, comme étant les plus anciens (ce qui n'est pas très fondé, comme il le reconnaît lui-même), et procédant du plus petit au plus grand nombre nombre de segments présentés au tho-

rax, en n'admettant pas le genre *Battus* (1), M. Burmeister commence par celui des *Trinucleus;* ces animaux, suivant lui, n'ayant pu se contracter. Nous admettons ce fait pour *T. granulatus*, mais nous croyons qu'il se limite à cette seule espèce (parmi toutes celles qui nous sont connues); les autres, au contraire, quand on ne les rencontre pas enroulées, nous offrent aux divisions du thorax des caractères qui ne laissent aucun doute sur la contractilité dont jouissaient ces animaux, et nous croyons devoir rappeler que cette faculté avait été reconnue par Green dès 1832 pour *T.* (*Cript.*) *tessellatus;* et lorsque nous avons décrit *T. Pongerardi*, nous avons fait connaître que ce dernier avait possédé cette faculté de la manière la plus complète, puisque, lorsqu'il était enroulé, son corps se trouvait replié trois fois sur lui-même, fait qui est encore sans exemple parmi tous ces animaux.

Nous sommes donc conduit à conclure que, par le premier principe de cette classification, le genre *Trinucleus*, l'un des plus naturels qui existent, se trouve divisé, puisqu'il s'y rencontre à la fois dans *T. granulatus*, celui de tous les Trilobites qui pouvait le moins se contracter, et dans *T. Pongerardi*, celui dont l'enroulement était le plus complet. D'autre part, dans son prodrome d'une monographie des Trilobites de la Bohême, M. Corda fait connaître, sous le nom de *Tetrapsillium pulchrum*, un Trilobite, que l'ensemble des caractères indiqués par la figure et la description qu'en donne cet auteur ne permet pas de séparer du groupe de *Trinucleus*, dont il ne diffère que par un nombre moins grand de segments au thorax (4 au lieu de 6), caractère que M. Barrande a suffisamment démontré

(1) D'après cet auteur les *Battus* seraient de jeunes individus du groupe des Paradoxides. Nous ne sommes pas d'accord avec lui sur ce point, pour plusieurs raisons, dont une seule suffira pour justifier notre opinion sur ce sujet : c'est que ces deux genres d'animaux sont susceptibles de se trouver séparément, notamment en Angleterre, où nul doute ne peut être émis sur l'existence, dans cette contrée, du genre *Battus*, tandis que rien ne rappelle celui de Paradoxides. Les espèces que M. Murchison a cru devoir rapporter à ce groupe appartiennent au contraire à des genres bien différents. Même chose aussi a lieu en Bohême, dans le quartzite de Berœun, où il se trouve une espèce du genre *Battus*, tandis que toutes celles du groupe des Paradoxides qui se rencontrent dans cette contrée se maintiennent exclusivement dans les couches les plus basses de la formation sur laquelle repose ce quarzite.

être de nulle valeur au point de vue générique, ce qui nous démontre encore ici, mais par le deuxième caractère fondamental de la classification de M. Burmeister, une nouvelle section dans ce groupe naturel. Enfin M. Barrande, dans sa notice sur le système silurien de la Bohême, a décrit sous le nom de *Dione formosa* un Trilobite que M. Corda a depuis désigné (nous ne savons pas pourquoi) sous le nom de *Polytomurus formosus*. Cet animal, qui offre des différences trop grandes pour être assimilé aux *Trinucleus*, présente toutes les conditions nécessaires pour y être réuni et même ne pourrait pas être placé ailleurs d'après cette classification.

Cet ensemble de faits vient donc justifier les conséquences que nous avons déduites de l'emploi de ce système, lorsque nous avons dit que par son application les espèces d'un même groupe naturel peuvent se trouver placées à de très grandes distances, et associées à d'autres avec lesquelles elles n'ont que peu ou point d'analogie.

2e NOTE ADDITIONNELLE.

..... Mais c'est surtout chez *Trinucleus granulatus*....., p. 74.

Tout en étant l'un des genres les plus anciennement connus, puisque la première citation qui en a été faite remonte jusqu'en 1698, époque la plus reculée où il soit fait mention des Trilobites; tout en étant l'un des genres les plus répandus, puisqu'il se trouve abondamment en Angleterre, en Bohême, en Bretagne, en Russie, en Suède, en Amérique et généralement partout où le terrain silurien inférieur est représenté par des couches fossilifères; tout en étant l'un des genres les plus naturels, puisqu'il présente des caractères qui non seulement lui sont propres, mais qui sont opposés à ce qui s'observe chez tous les autres groupes qui composent cette grande famille de crustacés, le genre *Trinucleus* n'en est pas moins, malgré toutes ces circonstances, celui sur les véritables caractères duquel on s'est le plus longtemps mépris, et aujourd'hui même l'incertitude existe encore chez quelques paléontologistes sur le choix des expressions qu'il convient d'employer pour les caractériser. — Or, comme on ne peut attribuer ce long retard de nos connaissances sur certains caractères importants de l'organisation de ces animaux qu'à ce fait, que quand des points sur ce sujet ont été plus ou moins éclaircis par des auteurs, ces découvertes n'ont pas dans

le plus grand nombre de cas été prises en considération par ceux qui ont écrit après; et tout récemment encore, par cette même cause, des fautes de ce genre ont été commises. Il convient donc aujourd'hui, par une étude succincte faite sur les diverses opinions qui ont été données sur ces animaux, de déterminer quelles sont celles qui peuvent en donner une plus juste idée, et dont les expressions qui ont servi à cet effet devront désormais être préférées. Nécessairement je ne reproduirais ici que les opinions des auteurs qui ont émis des idées nouvelles, ou qui se sont servis d'expressions non encore employées.

En 1698, Edw. Lhwyd, dans le tome XX des *Transactions philosophiques de Londres*, signale dans les terrains de Llandeilo l'existence d'animaux fossiles, qu'il figure, et pour l'un d'eux, auquel il donne le nom de *Trinucleus fimbriatus*, aucun doute ne peut exister sur son identité avec ceux que l'on désigne aujourd'hui sous cette dénomination générique.

En 1821, Wahlenberg décrit et figure, sous le nom d'*Entomostracites granulatus*, un fossile incomplet provenant des schistes argileux du mont Alleberg en Westrogothie, et qui se rapporte au genre que nous venons de citer. L'auteur indique comme caractère particulier offert par ce fossile d'avoir le bouclier céphalique couvert de points verruqueux, ce qui du reste lui a valu le nom de *granulatus*. A cet animal, à qui la partie postérieure manque, ce savant rapporte celle d'une espèce d'un tout autre genre.

Cinq ans après, Dalmann, à l'aide d'un nouveau dessin de Wahlenberg, donne une idée plus complète de la forme générale du même animal, qu'il place dans son genre *Asaphus*, mais en lui maintenant le nom et les caractères qui lui furent assignés tout d'abord.

Green, en 1832, dans sa monographie des Trilobites du nord de l'Amérique, décrit sous le nom de *Cryptolithus tessellatus* un animal appartenant au même groupe, mais qu'il caractérise d'une manière différente que ne l'a été l'espèce précédente. D'abord dans l'exposé des caractères du genre, pour decrire le bouclier céphalique de ces animaux, tout en employant deux expressions de signification différente : lorsqu'il dit que le bord marginal est réticulé ou marqueté (*reticulated or tesselated*), ce qui indique pour lui un doute sur le caractère réel que présente cette partie de l'animal; mais comme plus bas, quand il décrit son espèce, il ne fait emploi que de la dernière expression (*margine tessellato ornato*) : bord orné de marqueterie;

expression même qu'il donne pour nom à son espèce (*Crypt. tessellatus*); il est évident que c'est le caractère qu'il a cru y reconnaître.

Ici nous devons remarquer qu'entre la description donnée par Wahlenberg, dans laquelle cet auteur caractérise le bouclier céphalique comme étant granulé (caractère qui n'a pu être fourni que par une empreinte qui aura été prise pour l'animal lui-même, puisque le caractère véritable présenté par ces animaux est justement l'inverse de celui indiqué ici), et celle de Green qui a soupçonné un instant que cette partie de l'animal pouvait être réticulée; idée qu'il a négligé de poursuivre pour s'en tenir à celle plus équivoque qu'il adopte définitivement, il est à remarquer, dis-je, qu'entre ces deux descriptions il y a une différence très grande, car tandis que la première indique un caractère diamétralement opposé à celui que nous présente la nature, celle de Green, sans rien indiquer de précis, infirme en quelque sorte celle de Wahlenberg qui, comme on va le voir, n'est nullement fondée.

En 1839, dans son bel ouvrage sur les terrains anciens (*Sylurian system*), M. Rod. I. Murchison, en rétablissant pour ce groupe le nom générique que Edw. Lhwyd lui avait donné primitivement, dit que si ce genre n'avait pas eu de nom, il eût proposé celui de *Tretaspis* qui signifie « coquille perforée ou profondément sculptée» (*perforated or deeply sculptured shell*), définition qui s'accorde parfaitement avec l'idée qu'il a émise déjà plus haut, quand il a dit, en parlant du bouclier céphalique : « Les pores marginaux grossis paraissent pénétrer le bouclier » (*The marginal pores magnified, are seen to penetrate shield*). Il est à regretter que ce savant géologue n'ait pas poussé plus loin ses observations. Il serait arrivé à connaître avec précision la structure de cet organe qu'il eût fait connaître d'une manière définitive, tandis qu'on ne peut pas considérer comme telle l'explication qu'il donne, lorsqu'il dit que «les pores marginaux paraissent pénétrer le bouclier », non plus que dans celle qu'il donne du nom *Tretaspis* qui lui semble préférable et à nous trop équivoque, « coquille perforée ou profondément sculptée. » Si sa formule eût été précise, son opinion eût fait autorité, et nous n'aurions probablement pas à signaler aujourd'hui les idées confuses et peu fixées qui ont été émises depuis. Et ce qu'il y a d'étonnant surtout, après les observations que nous venons de citer et qui sont complétement opposées à celles émises dans le principe sur ce sujet, où il importait beaucoup

de connaître la vérité (ce qui serait arrivé si l'attention des paléontologistes qui ont écrit depuis eût été éveillée, comme elle devait l'être par ce seul fait), c'est que toutes ces idées pour et contre ont été admises comme autant de faits, par M. Burmeister, qui, en 1843, dans son traité de l'organisation des Trilobites, caractérise la tête des *Trinucleus* de la manière suivante : « Bouclier céphalique à peu près semi-circulaire, entouré d'un bord élargi, verruqueux et ponctué. (Kopfschild ziemlich halbkreisförmig, mit rings um erweitertem punktirtem Rande), tandis que de son côté, M. Corda, en 1847, dans son prodrome d'une monographie des Trilobites de la Bohême, s'exprime de la manière suivante : « La partie en fer à cheval qui entoure la glabelle est aplatie et garnie de granulations ou de dépressions disposées en quinconces. (Waugentheil flach, hufeisenförmig die Glabella umgeben, mit in quincunx gestellten körnern oder Lochern bedeckt.)

Cependant il n'en a pas toujours été ainsi, et en 1846, M. Beyrich à Berlin, M. Barrande à Leipsic, et nous à Rennes, bien que nous nous soyons servis d'expressions différentes, nous n'avons pas à regretter du moins d'avoir émis des idées susceptibles de faire rétrograder la science, ou d'en arrêter les progrès. M. Beyrich, dans la deuxième partie de son traité sur les Trilobites de la Bohême, caractérise la partie marginale qui entoure la tête de ces animaux par des séries d'alvéoles, M. Barrande, dans sa notice sur le système silurien de la Bohême, par des séries de points, et nous, qui ne connaissions alors pour avoir trait à ces fossiles que le livre d'Al. Brongniart, où sur le sujet qui nous occupe l'erreur la plus complète émise par Wahlenberg se trouve comme unique renseignement, livré aux seules ressources de la nature, mais frappé par l'importance que devait avoir le caractère que nous venions de remarquer; nous avons cru devoir le faire connaître avec détails, et nous avons exprimé notre pensée de la manière suivante : « Cette partie qui entoure la tête et dont la coupe rappelle celle d'une lentille bi-convexe, présente nécessairement deux faces à peu près semblables, lesquelles sont couvertes sur toute leur étendue par des points renfoncés, formant six rangées circulaires, parallèles au bord extérieur, et dont les quatre plus voisines de ce dernier se maintiennent sur toute la partie circulaire du bourrelet, tandis que les deux autres s'aperçoivent sur les côtés du bouclier seulement, tous les points renfoncés de l'une des faces correspondent exactement avec ceux de l'autre face (chacun de ses points étant

formé par un prolongement circulaire du test) et les points d'une face se dirigeant vers les points de l'autre face et se réunissant ensemble, il en résulte autant de perforations à travers le bourrelet qu'il y a de points, et il n'y en a pas moins de deux cents; le bourrelet ressemble à un réseau dont chaque maille serait représentée par autant de petits entonnoirs plongeant dans le bouclier » (*Bull. de la Société de géolog. de France*, 3e série, t. IV, p. 312).

L'exactitude de cette définition a été constatée sur les échantillons que nous avions préparés à cet effet, par MM. les membres de la commission chargée d'examiner nos travaux, ainsi que par MM. de Buch, de Verneuil et tous les savants dont l'attention a été attirée sur ce sujet. Nous avons reconnu en outre, avec M. de Verneuil sur les espèces qu'il a rapportées d'Amérique et d'Angleterre, et avec MM. Michelin, Hébert et de Brimont sur d'autres venant de Bohême, que les caractères de structure que nous ont présentés ces diverses espèces sont identiquement les mêmes que ceux que nous avons indiqués dans la description de l'espèce armoricaine, et qu'il n'y a de différence que dans la disposition des perforations qui peuvent varier, mais suivant les espèces seulement.

En conséquence, les caractères que nous avons assignés à *T. Pongerardi*, au point de vue générique, étant communs à tous ses congénères, et la description de cette espèce pouvant seule donner une idée précise de ces animaux, suivant le conseil qui nous a été donné par plusieurs personnes très recommandables dans la science, nous la proposons comme pouvant en servir de type.

Cette étude, qui nous fait connaître avec précision le principal caractère générique de ces fossiles, nous fait voir en même temps que le nom de *granulatus*, donné par Wahlenberg à l'espèce qu'il a décrite, ne peut plus lui convenir aujourd'hui, puisqu'il indique sur cet animal un caractère complétement opposé à celui qu'il présente, et à cet effet nous croyons devoir proposer de la désigner désormais sous le nom de l'auteur qui l'a fait connaître, c'est-à-dire sous celui de *T. Wahlenbergi*.

Explication des planches.

Nos derniers originaux représentaient les diverses espèces qui forment le sujet de ces planches dans la position où la nature nous les a offertes. En reproduisant ces dessins sur la pierre, la personne qui en a été chargée ne paraît pas s'être rendu compte de l'effet qui se

produit par le tirage qui transpose les objets. Il résulte de ce fait, qui d'ailleurs s'explique très bien par la manière dont arrive ici la lumière, que nous avons été dans la nécessité d'indiquer dans le texte, à droite ce qui sur la nature se trouve à gauche et *vice versâ*; du reste cet incident n'altère en rien l'expression de nos idées.

Planche Ire.

Ogygia Brongniarti, Nob., d'après l'échantillon qui se trouve à la galerie de géologie du Muséum de Paris, grandeur naturelle, des schistes d'Angers.

Planche II.

Fig. 1. *Ogygia Edwardsi*, Nob. (1), individu de moyenne taille, d'après plusieurs échantillons de ma collection, de la Couyère.

---

(1) Le mauvais état des fragments que je possédais de cet animal, lorsque je le fis connaître, m'avait empêché de le décrire d'une manière exacte. Grâce à de nouveaux exemplaires plus complets et d'une meilleure conservation, je puis aujourd'hui en donner une description précise et qu'il est nécessaire de reproduire ici, tant à cause de l'étude que nous venons de faire sur les espèces de ce genre, que du grand rapport que celle-ci nous présente avec *O. Brongniarti*. Celle-ci ne pourra pas être considérée comme une variété de cette dernière, puisque sur des individus de même taille les caractères distinctifs se maintiennent.

Cette espèce nous présente les caractères suivants :

Forme ovale, moins allongée que *O. Buchi*; bouclier céphalique presque circulaire, près de deux fois et demie plus large que long; bord marginal, mince, très dilaté, ainsi que ses angles postérieurs, qui sont comme lui couverts de stries fines, parallèles au bord externe; glabelle plus longue que large, sans traces de sillons latéraux, globuleuse à sa partie antérieure, se rétrécissant d'avant en arrière pour se terminer presqu'en pointe près du bord occipital, dont elle est séparée par un sillon peu marqué; joues peu développées, très plates; yeux de forme circulaire; lobe palpébral presque séparé de la glabelle; suture faciale très développée en avant, sans se maintenir, parallèle au bord, duquel elle s'écarte pour décrire une courbe de plus en plus rentrante, et venir gagner l'angle antérieur de la cornée qu'elle sépare du lobe palpébral, puis se dirige sur les joues qu'elle parcourt, sur presque toute leur largeur, à peu près parallèlement au bord occipital qu'elle coupe par un retour brusque.

Thorax près d'un tiers plus large que long; huit articulations marquées par un sillon légèrement arqué, qui les divise presque diagonalement sur les plèvres, se terminant à leur extrémité en pointe oblique dirigée en arrière.

Pygidium, très développé latéralement; lobe médian formé de dix-

Fig. 2. *Illænus Desmaresti*, Brongn., animal n'ayant subi q compression latérale, très réduit, d'après un échantillon de m lection, provenant des schistes de Vitré.

Fig. 2 *a*. Le même, déformé par une force qui s'est exercée dan sens de l'axe de l'animal; très réduit. D'après un échantillon d galerie de géologie du Muséum de Paris; venant des schistes d' gers.

Fig. 3. *Calymene Arago*, Nob. (1), animal de moyenne taille, in plet, mais présentant néanmoins tous les caractères nécessaires indiquer à la fois sa position générique et ce qui le distingue d congénères Sur plus de 4,000 échantillons que je possède de espèce, il est le seul que j'aie pu dégager aussi complétement sur ce nombre, 12 seulement m'ont offert du sulfure de fer co constituant le test de cet animal, qui, dans tous les autres cas complétement et régulièrement formé de carbonate de ch D'après nature; de la Couyère.

Fig. 4. *Orthis Berthoisi*, Nob., individu de forme et de grandeu turelles. D'après nature; de la Couyère.

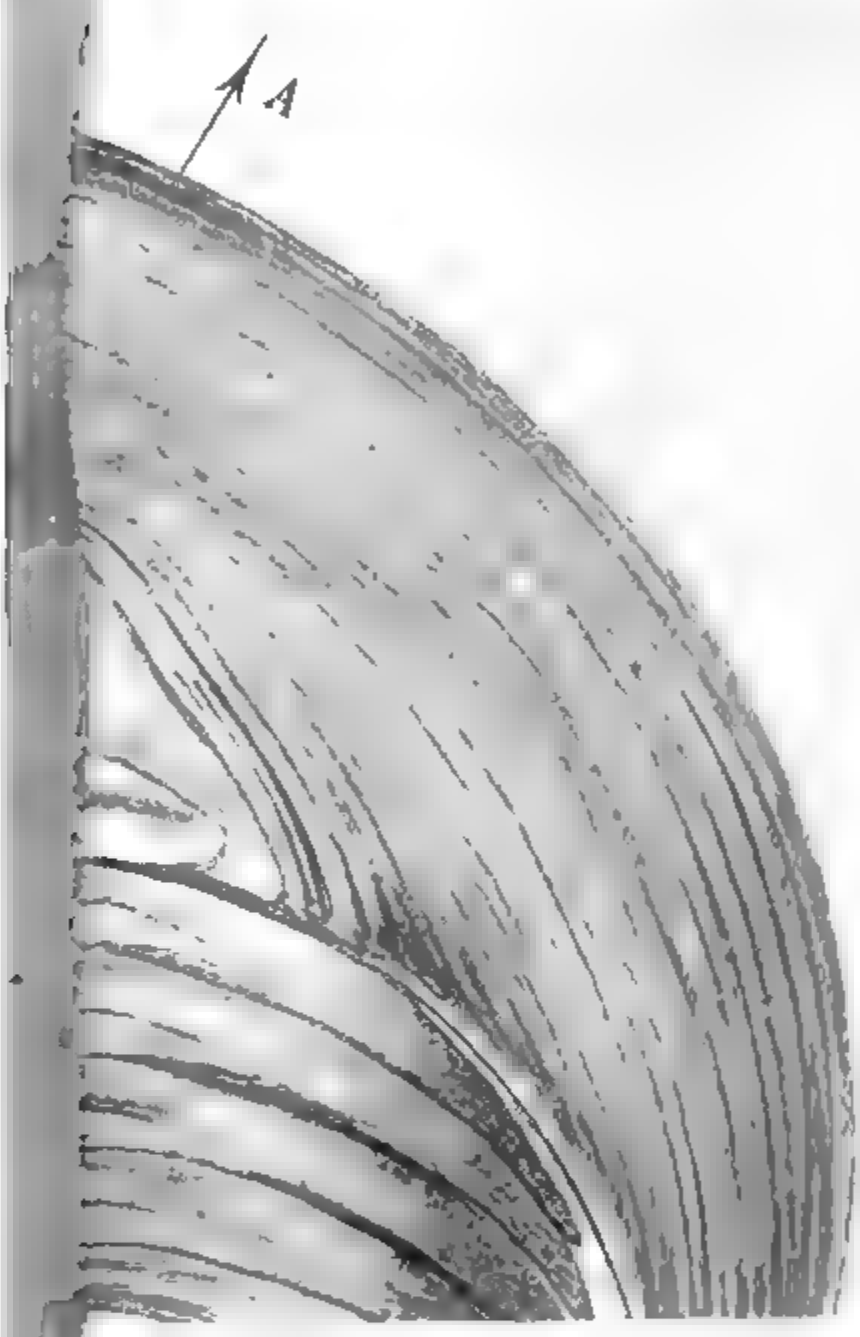
Fig. 4 *a*, 4 *b*, 4 *c*. Divers échantillons du même animal, prése différentes altérations dans sa forme; chacun d'eux, par son as indiquant suffisamment la direction de la force qui en a déter la déformation, et tous présentés comme une conséquence de

---

huit articulations divisées en deux parties, dont une, plus étr rappelle la membrane qui sépare ces divisions au lobe médian du rax; ces articulations présentant en outre, suivant l'axe de l'ani une dépression dirigée de l'avant à l'arrière, de sorte que cha d'elles forme deux arcs distincts; huit articulations seulement su parties latérales; bord marginal mince, couvert de stries fines, p lèles au bord externe, s'infléchissant de plus en plus vers l'extré du lobe médian à mesure qu'elles en sont plus voisines.

(1) L'ensemble des caractères que présente ce fossile le rappr singulièrement de la *Calymene Blumenbachi*, et me l'avait fait fondre avec cette dernière, lors de la publication de mon catal des fossiles de la Bretagne. Cependant, depuis, j'ai été à mêm reconnaître qu'il offrait un caractère qui le distingue de toute espèces de ce genre, celui de ne présenter sur les parties latérale pygidium aucune trace d'articulation. On remarque au contraire ces flancs, finement granulés, comme toute la surface de l'ani sont formés de deux parties saillantes très distinctes, dont l'une, t guliforme, longe suivant l'un de ses côtés le lobe médian dont est séparée par un sillon peu profond d'abord, mais qui le de davantage en s'avançant vers l'extrémité postérieure, et du bord ginal, qui est très développé, par un sillon très marqué.

Ce caractère, qui distingue cette espèce de tous ses congénères permis d'en faire une espèce nouvelle, que j'ai eu l'honneur de d à mon illustre protecteur M. Arago, dans une notice lue à la So géologique de France, séance du 5 juillet 1847.


A

action ; la roche lustrée à l'endroit où la matière liquide de ces animaux a dû jaillir. D'après nature ; de la Couyère.

J'ai l'honneur de dédier cet intéressant fossile à M. le général de Berthois, comme un témoignage de ma vive gratitude pour les nombreuses preuves d'estime et d'intérêt qu'il m'a données.

Séance du 18 *décembre* 1848.

PRÉSIDENCE DE M. MICHELIN.

M. Bayle, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce ensuite deux présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des savants ;* novembre 1848.

De la part de M. Ch. Des Moulins, *Troisième mémoire relatif aux causes qui paraissent influer particulièrement sur la croissance de certains végétaux dans des conditions déterminées* (extr. des *Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, t. XV, 4e livr., — sept. 1848) ; in-8, 42 p. Bordeaux, 1848 ; chez Lafargue.

De la part de M. Rutimayer, *Recherches géologiques et paléontologiques sur le terrain nummulitique des Alpes bernoises* (tiré de la *Biblioth. univers. de Genève*, — nov. 1848) ; in-8, 16 p.....

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences ; 1848, 2e semestre, t. XXVII, nos 23 et 24.

Bulletin de la Société de géographie ; 3e sér., t. X, no 56, août 1848.

L'Institut ; 1848, nos 779 et 780.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée ; no 3, novembre 1848.

The Athenæum, 1848, nos 1102 et 1103.

The Mining Journal, 1848, vol. XVIII, nos 694 et 695.

Correspondenzblatt, etc. (Feuille de correspondance de la Soc. roy. d'agriculture du Wurtemberg); nouv. sér., année 1848, vol. XXIV, t. II, cahier 1.

Mémoires de l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg; VIe sér. — Seconde partie : *Sciences naturelles*; t. VIe, 1re et 2e livr. Saint-Pétersbourg, 1848.

Recueil des Actes des séances publiques de l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg, tenues les 29 décembre 1845 (in-4, 348 pages, 1 portr., 1 carte) et 11 janvier 1847 (in-4, 101 pages). Saint-Pétersbourg, 1847; chez Eggers.

M. le secrétaire donne lecture de la lettre suivante :

Autun, le 2 décembre 1848.

Monsieur le Secrétaire,

Veuillez me permettre quelques observations relatives à la note de M. Delahaye, insérée dans le tom. V du *Bulletin*, p. 304-308.

1° Les petits fossiles très nombreux renfermés dans les schistes de Muse, et que l'on avait d'abord pris pour des *Posidonia*, appartiennent au genre *Cypris*. En 1845, j'en portai un échantillon fort bien conservé à M. Alcide d'Orbigny. Ce savant l'a déterminé d'une manière positive.

2° Les poissons sont très abondants à Muse, mais ils se trouvent également disséminés dans tous les schistes de la plaine; ils n'existent pas seulement *dans la partie supérieure du terrain*, comme le suppose la note de M. Delahaye; on les trouve dans l'intérieur même des couches. Bien plus, l'espèce que l'on a rapportée au *Palæoniscus magnus* n'existe pas à Muse; du moins je ne sache pas qu'on l'y ait jamais rencontrée.

3° Le squelette et la trace des parties molles ont presque toujours disparu dans les poissons de Muse, aussi bien que dans le *Palæoniscus magnus*; et les explications géogéniques consignées au commencement de la page 306 ne me paraissent pas reposer sur la réalité des faits.

Lorsque M. Delahaye aura terminé le travail qu'il annonce sur les schistes bitumineux, je me permettrai peut-être encore de soumettre à la Société d'autres observations.

Veuillez agréer, etc.

L'abbé Landriot.

M. Coquand donne lecture du mémoire suivant :

Des solfatares, des alunières et des lagoni de la Toscane, par H. Coquand, docteur ès-sciences, etc.

§ I. *Solfatare de Péreta.*

Lorsque du village de *Péreta*, dans la province de *Grosséto*, on se rend dans la vallée de l'*Albegna*, en suivant les berges du torrent du *Tarbone*, le regard est attiré par de longues traînées de roches blanchâtres accumulées sur un rayon de 2,000 mètres à peu près, dont la teinte contraste vivement avec la couleur foncée des terrains environnants. Examinées de près, ces roches laissent apercevoir des quarz cariés, des alunites compactes, des grès altérés, des calcaires bleuâtres, des gypses dont les cavités ainsi que la surface extérieure sont généralement tapissées de petits cristaux de soufre très brillants. Ces débris alignés vers les orifices d'une série de puits en grande partie ruinés, constituent une ligne de haldes qui finissent par se confondre et indiquent très exactement la direction du gîte d'où ils ont été extraits. Si ces caractères ne suffisaient pas pour dévoiler l'existence souterraine du soufre, l'odeur très prononcée d'hydrogène sulfuré et la chaleur suffocante qui s'exhalent des fissures du sol et des puits, trahiraient à elles seules la présence de la solfatare d'où elles émanent.

Péreta n'est pas la seule localité en Toscane où l'on ait constaté des indices de soufre. Les gypses de *Radicondoli* et de *Fonte-ai-bagni*, dans le *Volterrano*, ceux d'*Aiola*, dans la province de Sienne, ainsi que ceux de *Selvena*, dans la vallée de la *Fiora*, en contenaient des amas que l'on a tenté, mais toujours infructueusement, d'exploiter. Les auteurs qui ont mentionné ces divers dépôts les ont attribués à un même ordre de phénomènes et les ont tous introduits dans les terrains tertiaires (1). Ce sentiment est erroné pour les gisements de *Péreta* et de *Selvena*. Nous démontrerons dans cet écrit que le soufre y repose au milieu du terrain d'Albérese et de Macigno, que sa production est due à un dégagement continu de vapeurs sulfu-

(1) Pilla, *Breve cenno soprà la ricchezza minerale della Toscana*, page 28. Pise, 1845.

reuses, que la cause qui a engendré ce dégagement est liée à l'apparition d'un puissant dyke de quarz antimonifère qui, disloquant les couches à travers lesquelles il s'est fait jour, a livré passage aux gaz souterrains et a ainsi fait déboucher à la surface des évents naturels par où s'échappent constamment des gaz particuliers dont les réactions sur les roches voisines exercent des modifications si curieuses, si énergiques, que si les transformations opérées ne se continuaient encore sous nos yeux, nous aurions de la peine à nous en expliquer les effets ou à découvrir par l'induction théorique seule la nature des causes qui ont été mises en jeu pour les produire.

Les observations qui suivent sont le résultat de quatre années d'expériences. Chargé de la direction de la mine d'antimoine, à une époque où les essais précédemment tentés n'avaient été couronnés d'aucun succès, j'eus à combattre les idées généralement reçues qu'à *Péreta* il n'existait point de filon, que l'antimoine se trouvait disséminé au hasard au milieu des calcaires et des grès et que c'était au hasard seul qu'il fallait se confier pour en rechercher les traces. Cette opinion accréditée par les dires des anciens mineurs des soufrières, passa presque à l'état de vérité démontrée, lorsqu'on vit les travaux ordonnés dans les débuts traverser des roches quarzeuses imprégnées de minerais, tandis que d'autres roches de même nature en étaient totalement dépourvues : d'où des tâtonnements, des incertitudes qui furent sur le point de compromettre l'avenir de cette mine. Il est juste de convenir aussi qu'il n'était pas facile de distinguer la masse quarzeuse du filon des couches quarzeuses contiguës qui n'étaient plus une dépendance du filon, mais qui appartenaient à des bancs de grès *quarzifiés* par suite d'abord d'une dissolution moléculaire et progressive de la silice qu'ils renfermaient, opérée sous l'influence des vapeurs chaudes et par suite en second lieu de la régénération insensible de cette même silice sous for e cristalline et compacte.

La conséquence immédiate de la constatation de ce fait géologique fut un changement complet dans l'ordonnance des travaux intérieurs, et l'adoption d'un système d'exploitation en harmonie avec les relations réciproques du filon et des roches encaissantes, que celles-ci eussent été ou non converties en silex jusqu'à une profondeur quelquefois très considérable.

La prospérité de l'opération a pleinement justifié cette révolution introduite au nom de la science, et j'avoue que ce n'est point

sans quelque sentiment de vanité que je vois la géologie pouvoir revendiquer l'honneur des résultats obtenus en vertu des principes mêmes avec lesquels elle éclaire et elle guide la recherche des richesses minérales.

Comme la solfatare de *Péreta*, quant au soufre qu'elle a injecté dans les terrains stratifiés, ainsi qu'à la manifestation des phénomènes qui se renouvellent incessamment, est subordonnée au champ de fracture créé par l'action éruptive du filon antimonifère ; en d'autres termes, comme il est impossible de disjoindre les effets de la cause, nous décrirons en premier lieu le filon, indépendamment des phénomènes d'un ordre tout différent auxquels il a donné naissance ; nous étudierons, en second lieu, les caractères de la solfatare, la nature de ses produits, les compositions nouvelles et les décompositions qu'elle engendre et la marche progressive de son influence, comme élément modificateur, dans les terrains qu'elle traverse. Ce sera, si l'on veut, une monographie d'une contrée bien limitée, mais qui se recommande incontestablement à l'attention des géologues et des minéralogistes par la multiplicité des faits qu'elle renferme et par la beauté des produits dont elle enrichit la science et l'industrie.

Nous terminerons notre travail par un aperçu sur les alunières et les Lagoni de la Toscane, parce que l'étude à laquelle nous nous sommes livré de ces terrains métamorphiques et de ces grandes chaudières naturelles d'évaporation nous a dévoilé des particularités tellement intéressantes et tellement identiques avec celles de la solfatare de *Péreta*, que nous avons jugé utile de les enchaîner les uns aux autres, afin d'en compléter l'histoire et d'en mieux faire ressortir les rapports mutuels.

Le *Turbone* est un torrent qui prend naissance dans les gorges montagneuses du *Scanzanèse* et coule dans un vallon peu profond, lequel se soude au-dessous de *Colle di Lupo* à la vallée de l'*Albegna* dont il est tributaire. A son origine et principalement dans les alentours des soufrières, l'*albérese* et le *macigno*, ces deux membres inséparables du terrain crétacé, sont les seules roches qui dominent dans la constitution géologique de ce canton, et ce n'est guère que dans le voisinage de l'*Albegna* qu'ils sont recouverts par les terrains tertiaires. Comme il importe d'être fixé sur leur composition minéralogique pour apprécier plus tard les changements qu'ils ont subis et les produits nouveaux en lesquels ils ont été convertis, nous esquisserons à grands traits leurs caractères essentiels.

L'*albérese* est un calcaire gris-bleuâtre, à cassure conchoïdale, barré dans tous les sens par des veines spathiques blanches. Il alterne avec des argiles marneuses grises ou noirâtres qui quelquefois deviennent prédominantes, au point que l'albérese leur semble subordonnée et n'est plus logée au milieu d'elles qu'en bancs interrompus ou en lentilles d'un volume variable. Au-dessous de la poudrière des établissements royaux, dans le voisinage du lieu dit la *Cava biancha*, ainsi qu'au S. du puits n° 4 de la mine d'antimoine, ce calcaire est pétri de foraminifères et de fragments d'encrines dont la structure miroitante décèle la présence. Les bancs argileux renferment des fucoïdes dont les *fucus Turgioni* et *intricatus* sont les plus communs.

Le *macigno* est un grès bleuâtre ou jaunâtre à grains extrêmement serrés, formé de quarz sableux et de mica argentin. Il alterne aussi avec des argiles schisteuses de même nature que celles qui accompagnent l'albérese. La poudrière de la mine d'antimoine est construite sur un macigno qui, par suite d'une altération superficielle, passe à une masse jaunâtre très friable.

Les couches présentent une direction moyenne du N.O. au S.O. avec une inclinaison de 20 à 25°. Dans la coteau à la base duquel sont ouverts les puits des soufrières, elles éprouvent un bombement très prononcé qui dessine avec fidélité le relief du filon antimonifère sous-jacent, de sorte qu'aux deux extrémités des affleurements, c'est-à-dire à la *Cava biancha* et aux anciens travaux *Sartreschi*, elles subissent en sens opposé un double pendage qui est aussi celui de la masse soulevante, comme l'indique la fig. 1.

Fig. 1.

Disposition du filon antimonifère de Pérets au milieu des couches crétacées.

L'espace compris entre le *Turbone* et les ressauts naturels qui le dominent vers le nord est jonché de débris d'une roche quarzeuse rougeâtre à grains miroitants, passant à un silex calcédonieux géodique. Une portion de ces débris provient des excavations des soufrières, tandis que les fragments les plus volumineux se sont détachés par leur propre poids des masses

désagrégées qui couronnent les escarpements et ont roulé jusque dans le lit du torrent. Cette roche constitue à elle seule les éléments du filon antimonifère que l'on voit se dresser au-dessus des terrains encaissants avec des formes plus hardies et des allures plus franches. A l'O. de *Monte-Cavallo*, ses caractères principaux sont écrits dans une grande masse de 5 à 6 mètres de hauteur, qui montre quelques rares nids d'antimoine sulfuré. *Monte-Cavallo* est le point unique ou j'ai pu découvrir à la surface des indices du minerai. Si pour la reconnaissance plus décisive du gîte le hasard n'eût procuré des renseignements plus complets, la mine d'antimoine de *Péreta* serait probablement inexploitée aujourd'hui. Ces renseignements furent fournis par les travaux pratiqués dans le voisinage pour la recherche du soufre. Comme ce minéral, qui provient de la décomposition du gaz hydrogène sulfuré, s'est logé dans les interstices des couches dont la sortie du filon occasionna la rupture, les galeries d'avancement ont quelquefois entamé le quartz antimonifère, et amené la découverte de quelques nids de stibine que l'on a rejetée sur les haldes comme substance sans emploi ou pouvant altérer, dans les opérations qui avaient pour but la dépuration du soufre, les masses avec lesquelles elle était associée. On comprend de suite que la rencontre du minerai était pour les exploitants des soufrières un motif pour se diriger sur d'autres points, et que le filon, par conséquent, ne fut jamais étudié, soit à cause de la dureté de la roche, soit à cause de la stérilité des produits que l'on recherchait exclusivement et dont la valeur ne pouvait compenser les frais de main d'œuvre. Ce sont justement ces fragments d'antimoine que Romé de Lisle avait fait connaître sous le nom de *mine d'antimoine grise spéculaire de Toscane* (1). Comme nous aurons l'occasion de revenir un peu plus tard sur les variétés de stibine que fournissent les mines de *Péreta*, nous nous attacherons en ce moment à spécifier les caractères et les accidents du filon qui nous occupe.

Des travaux considérables exécutés sur les affleurements méridionaux, et poursuivis jusqu'à la profondeur absolue de 50 mètres, ont permis de reconnaître ses allures, sa forme et sa puissance. Ces travaux consistent en quatre puits foncés dans la masse même du filon, et reliés les uns aux autres par un

(1) *Cristallographie*, t. III, p. 51.

système de galeries étagées au moyen desquelles on a pu le recouper à des niveaux différents. Il se compose d'une puissante masse de quartz calcédonieux dont la direction est S.-N. magnétique; il contrarie par conséquent la direction du terrain stratifié dont les couches courent N.-O. S.-E. Il pousse de plus au milieu d'elles des ramifications que l'on voit se prolonger souvent fort loin en dehors du massif principal. En quelques points son épaisseur dépasse 15 mètres; d'autres fois, au contraire, des amincissements la réduisent à 5 ou 6 mètres. Cette irrégularité, commune d'ailleurs aux autres filons de la Toscane, rend le toit et le mur mal définis. Ce double caractère s'efface même entièrement lorsque le macigno sert d'épontes au filon; parce que les actions souterraines ayant converti cette roche en une roche siliceuse régénérée, les limites deviennent incertaines et les lignes de contact se sont évanouies par suite de passages très compliqués. On ne distingue d'inclinaison dans aucun sens, particularité qui, jointe aux ramifications injectées dans le terrain encaissant, assimile le filon à un véritable dycke éruptif. Sa gangue est criblée de cavités irrégulières tapissées de cristaux de quartz hyalin dont les pyramides sont le plus fréquemment seules visibles. Il n'est pas rare cependant de recueillir des prismes terminés à leurs deux extrémités; mais leur forme, qui est la même que celles observées dans les mines du *Campiglièse* et de l'*Ile d'Elbe*, au lieu de se rapporter à un prisme hexaèdrique régulier couronné par deux pyramides, représente un prisme à six pans dont chacun est alternativement dilaté ou rétréci, de manière que si à la naissance de la pyramide un de ces pans absorbe la place du pan contigu, il s'efface entièrement dans la pyramide opposée. Aussi celle-ci, au lieu d'être composée de six triangles, n'en retient que trois qui correspondent un par un à la face dilatée du prisme.

L'antimoine sulfuré occupe dans la masse quartzeuse qui lui sert de gangue des poches plus ou moins considérables qui sont généralement isolées et indépendantes les unes des autres. Or, rien n'est plus variable que le volume de ces cavités. Il en existe de tellement circonscrites qu'elles ne méritent pas d'être vidées; d'autres sont tellement grandes qu'on en a extrait jusqu'à 20 et 40,000 kilogrammes de minerai. En 1843 on découvrit un globe à grandes baguettes divergentes dont le diamètre n'était pas moindre de 3 mètres. Je suis parvenu à retirer de ces fours à cristaux des groupes cristallisés de plusieurs centaines de livres

vraiment splendides, et qui par leur magnificence et leur surprenante disposition éclipsent tous les échantillons de la même substance qui ornent les collections publiques.

La forme cristallisée la plus commune se rapporte à des prismes rhomboïdaux terminés par des sommets à quatre faces : ce sont les variétés *quadrioctonale* et *sexoctonale* d'Haüy. Je possède un exemplaire de cette dernière variété qui a plus de 40 centimètres de longueur. Je n'ai observé qu'une seule fois la forme *dioctaèdre* dans un cristal très petit et engagé dans deux géodes qui offrent des groupes fasciculaires d'un sulfure blanc comme l'argent. Ces mêmes géodes, auxquelles je suis redevable de nombreux échantillons de luxe, m'ont présenté quelquefois la forme *périhe aédrique* très régulièrement conformée ; mais elle est rare.

Quelques groupes manifestent une particularité qui se reproduit fréquemment à Péreta et dont je ne connais aucun exemple dans les pièces que j'ai examinées des autres localités, je veux parler des cristaux d'antimoine sulfuré dont le sommet, terminé géométriquement, est ouvert sur un seul côté par un sillon régulier sous forme de gouttière parallèle aux pans du prisme et qui s'arrête après un parcours de plusieurs millimètres. Un de ces échantillons, dont la longueur totale est de 28 centimètres, a la gouttière de 80 millimètres ; un autre, dont la longueur ne dépasse pas 11 centimètres, présente une gouttière de 60 millimètres. Ce qu'il y a de remarquable, c'est que ce sillon, qui met à nu la structure intérieure du cristal, affecte constamment la même position ; de sorte que dans un groupe composé de cristaux réguliers, les gouttières se dirigent toutes dans le même sens. Ce curieux accident se répète aussi dans les variétés cylindroïdes et bacillaires qui, après tout, ne sont autre chose que des cristaux déformés. J'ai pensé que cette suture était l'indice d'une division plus complète en deux parties d'un même cristal, ainsi que j'ai pu l'observer sur quelques exemplaires. En effet, un cristal de 30 centimètres de longueur est traversé de part en part à 10 centimètres au-dessus de sa base par une fissure qui, d'abord linéaire, s'écarte de plus en plus et graduellement jusqu'au sommet, de façon à présenter une séparation complète. La face en relief d'une portion du cristal correspond à une face symétrique en creux et en regard dans l'autre.

Vouloir décrire l'agroupement des prismes cristallisés ou

cylindroïdes que l'on retire des mines de *Péreta*, ce serait s'engager dans une foule de détails inutiles pour la science. Je me borne à dire que le luxe des pièces qui ornent ma collection est bien de nature à satisfaire les exigences du minéralogiste et du cristallographe le plus difficile et le plus passionné.

Ces diverses variétés qui fournissent les exemplaires scientifiques sont ordinairement attachés à des masses plus compactes formées de prismes comprimés et entrelacés qui, lorsqu'ils sont brisés, montrent des plans de clivage tellement brillant, que les objets s'y réfléchissent comme dans un miroir. Ces masses constituent, à proprement parler, le minerai du commerce qui, par son rendement et sa pureté, ne connaît pas de rival au monde (1).

---

(1) La province du *Grossétano* renferme d'autres filons antimonifères, dont l'un, situé sur les bords de la *Fiora*, vers les confins de la Toscane, présente des circonstances assez importantes. Le sulfure, plus compacte que celui de *Péreta*, se trouve engagé dans une argile bleuâtre, provenant de la décomposition des phyllades qui occupent le fond de la vallée du *Tafone*, à cinq milles environ de la ferme de *Montauto*. L'attention a été éveillée par la rencontre de blocs énormes roulés, qui, dans le principe, ont alimenté l'exploitation. On a ouvert des tranchées dans les alluvions modernes, suivant diverses directions, et ces travaux préparatoires ont mis à découvert des blocs tellement volumineux, qu'on était obligé de les dépecer sur place, et qu'on ne pouvait les supposer transportés de loin. Depuis on a atteint le gîte et on a pu l'étudier sur un assez grand développement pour être renseigné convenablement sur ses allures générales. Le sulfure forme, à une profondeur de 2 mètres au-dessous des alluvions du *Tafone*, des encroûtements irréguliers saisis au milieu d'une gangue de fer hydroxydé, de manière à constituer avec celle-ci une seule et même masse et un véritable chapeau de filon. Ce magma se montre non seulement dans le bas de la vallée, mais encore il s'attache aux flancs des montagnes voisines, où il est associé avec de la baryte sulfatée stratiforme, et du peroxyde de manganèse. Au-dessous de ces encroûtements, qui fournissent des produits très abondants, on a trouvé, noyé dans les argiles délayables, un sulfure d'une pureté irréprochable disposé en filons entrelacés. Seulement, à cause de la facilité désespérante avec laquelle les argiles se laissent pénétrer par les eaux, le minerai subit une désagrégation presque complète qui permet rarement de l'extraire débarrassé de matières boueuses.

Le minerai trituré peut être considéré comme le minerai des filons normaux et qui se rattachent à la profondeur, tandis que les masses plus solides qui les recouvrent sous forme d'encroûtement représentent des épanchements qui auraient débordé par plusieurs orifices et se seraient modelés d'après le relief du terrain traversé, en prenant à la surface

Les géologues qui ont eu l'occasion d'étudier les grands filons irréguliers de la Toscane, ne seront point étonnés de la puissance de celui de *Péreta* et des variations qu'il peut présenter

---

la configuration de vastes calottes sphériques. En effet, cette disposition, jointe à l'irrégularité des plans sur lesquels ils se sont assis, trahit clairement les secrets de leur origine, tout en accusant, au moment du remplissage des fentes, une surabondance de matières qui durent s'échapper à la manière des roches semi-fluides, ainsi qu'on en a un exemple frappant au cap *Calamita* (île d'Elbe), où l'on voit le fer oxydulé revêtir plutôt les caractères d'une véritable coulée volcanique que ceux d'un filon ordinaire. L'affluence des eaux au-dessous des découtements que l'on enlève jusqu'au niveau du *Tafone*, le recouvrement des terrains par une couche très épaisse de terre végétale et par des forêts impénétrables, ne nous ont pas permis de saisir les rapports d'ensemble auxquels obéissent ces vastes dépôts de minerais. Nous avons pu constater seulement leur importance comme qualité et étendue, sans être bien fixé sur leur richesse et leur continuité en profondeur. Les montagnes de *Montauto* se liant à celles du *Monte-Argentaro*, en partagent tous les accidents de composition. Pour l'appréciation de leur âge, je renvoie au mémoire que j'ai publié sur ce promontoire, (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, vol. III.)

On a découvert dernièrement, entre *Montauto* et *Péreta*, dans la montagne dite *Poggio-Fuoco*, commune de *Manciano*, un affleurement de quartz calcédonieux analogue à celui de *Péreta* et renfermant aussi par place des nids d'antimoine sulfuré. Cet affleurement dont la puissance est de 80 mètres, si toutefois elle ne les dépasse pas, peut être suivi sur une grande étendue, et sa direction concorde si exactement avec celle du filon de *Péreta*, que le prolongement des deux gîtes se confond dans une seule et même ligne. Aussi, malgré la distance de six milles qui sépare ces deux gisements, nous ne balançons pas à les considérer comme la continuation l'un de l'autre, bien que les portions intermédiaires, par suite de circonstances locales, n'aient pu vaincre la résistance du sol. Un second exemple d'une pareille interruption apparente nous est fourni par une des régions classiques de la Toscane. Nous voyons les filons amphiboleux du *Campigliese* et de l'île d'Elbe, séparés par le groupe montagneux de *Piombaia*, dans lequel on n'observe aucune trace de filons, bien qu'en réalité la similitude des substances métalliques, des gangues et des terrains montre que les stokwerts de *Monte-Calvi* doivent avoir dans la profondeur les mêmes racines que ceux de *Rio* et du cap *Calamita*.

Enfin, dans le voisinage du golfe de *Procchio* (île d'Elbe), l'existence d'une mine d'antimoine est dénoncée par des blocs épars d'un quartz calcédonieux antimonifère.

Les hauteurs qui dominent les alentours du golfe de *Procchio* sont constituées en grande partie par le terrain de l'*alberèse* et par de puis-

dans ses allures. L'ouvrage de M. Burat sur les gîtes métallifères a parfaitement défini les caractères des filons de la Toscane que j'appellerai anormaux, et mis en relief le rôle que la plupart d'entre eux ont joué comme roches éruptives et soulevantes. Cette théorie, dont l'idée première est toute écrite dans la manière dont ils se composent par rapport aux terrains traversés, ne pourrait trouver des incrédules que chez ceux qui n'auraient pas visité les mines de fer de l'île d'Elbe ou les filons amphiboleux du *Campiglièse*. Les quarz antimonifères de *Péreta* se présentent dans des conditions absolument identiques et ont déterminé, dans les points où ils se sont montrés au jour, un champ de fracture dont l'accidentation correspond exactement à l'idée qu'on se fait de leur puissance et de leur action. En effet, il n'y a qu'à examiner la forme extérieure de la masse quarzeuse, au-dessus du torrent du *Tafone*, pour demeurer convaincu qu'après avoir brisé le terrain qui s'opposait à son passage, elle s'est comportée à la manière de dykes plutoniques en assujettissant les couches sédimentaires aux ondulations qu'elle dessine elle-même à la surface du sol ou dans la profondeur. Ce fait est exprimé d'une façon très énergique à la *Valle* ainsi qu'à la *Cava biancha*, où l'on voit les strates de l'alberèse suivre servilement les contours du filon. Les travaux intérieurs offrent à chaque pas la reproduction d'une semblable disposition ; mais il existe d'autres faits généraux qui rendent ce rapprochement plus sensible encore, plus nécessaire même : nous voulons parler des nombreuses ramifications que la masse principale a injectées en diverses directions à travers le terrain encaissant, des émanations antimonieuses qu'elle a insufflées dans les fentes envi-

---

sants dépôts d'un granite porphyroïde tourmalinifère. Vers la campagne de *Massei*, à 100 mètres environ du rivage et au-dessous même de la route qui conduit à *Campo*, on peut observer le contact du granite avec un système de schistes cristallins, de phyllades et de cypolins que l'on suit jusqu'à la naissance de la plaine de la *Pila*. Le filon d'antimoine se trouve précisément logé dans la ligne de séparation des deux terrains ; mais vers le sud il pénètre manifestement dans le granite, sans qu'il soit possible de le suivre dans son parcours, à cause des forêts buissonneuses qui recouvrent le sol dans cette partie de l'île, et dérobent à l'observateur les faits géologiques qui peuvent l'intéresser. Toutefois la similitude du minerai et de la gangue de ce dernier gîte avec ceux de *Péreta* et de *Poggio-Fuoco* ne peut laisser des doutes sur leur contemporanéité.

antes, ainsi que des fissures profondes qui, par suite du idissement, ont divisé la gangue du filon en fragments édriques. Ces diramations, qui s'insinuent quelquefois très t entre les bancs de l'alberèse, rappellent les phénomènes du e genre qui s'observent dans les dykes ramifiés des spilites Écosse et de l'Estérel. Cette circonstance, mal appréciée dans ébuts de l'exploitation, plaça souvent les travaux en dehors a bonne voie, et fit croire de plus en plus à des cessations lon ou à une dissémination capricieuse d'un minerai pour cherche duquel les règles de l'art étaient impuissantes. Et e fut pas là la seule cause des tâtonnements et des erreurs. me le sulfure d'antimoine se trouvait disséminé en petites illes dans le macigno, on suivait très fréquemment ces es par des galeries que l'on prolongeait en dehors du gîte illifère. Un examen sérieux des conditions sous lesquelles rouvait le minerai placé ainsi hors du filon, me démontra sa présence était due à une sublimation survenue au mot même où la masse quarzeuse vint s'établir au milieu du ain de craie et condensa dans les fissures qui étaient en munication avec le foyer incandescent les substances éminemt volatiles dont ce dernier renfermait les éléments. Aussi arque-t-on que, dans ce cas, le sulfure ne pénètre jamais l'intérieur du macigno, mais qu'il se loge en aiguilles dans revasses de la roche ou entre les joints de la stratification. st impossible de se méprendre à de tels caractères sur les es géologiques auxquelles on doit les rapporter et sur la ière que leur appréciation jette sur l'origine éruptive de ces is. On conçoit facilement que le fendillement éprouvé par nasse quarzeuse est une conséquence naturelle de son arri- à l'état pâteux et de son refroidissement progressif. Les do- ents qui précèdent résument donc bien les idées que sug- à l'observateur l'étude d'un gîte aussi intéressant, et con- rent tous à lui dévoiler le mode particulier de sa formation. es effets de contact sont difficiles à constater à cause des rations profondes que l'action et la chaleur de la *Moffetta* éprouver continuellement aux roches situées dans le voisi- e du filon. Le macigno ayant perdu, jusqu'à une distance z grande, ses caractères originaires, l'alberèse ayant été le s souvent convertie en sulfate de chaux, et les schistes mar- x, après avoir été lessivés, se transformant en une argile euse ou bien en alunites, ces diverses métamorphoses, on le

comprend, ont effacé les caractères de texture ou autres que les terrains encaissants auront revêtus lors de l'apparition du dyke antimonifère. Cependant un des puits forés à *Monte Cavallo* pour l'extraction du soufre, a fait connaître un fait remarquable qui démontre que l'alberèse, vers les lignes de contact, a changé non seulement de texture, mais encore a pu se pénétrer d'antimoine. En effet, on a retiré quelques blocs d'un calcaire très blanc, lamellaire, dans lesquels sont engagés des cristaux de stibine de 20 à 25 centimètres de longueur, qui s'entre-croisent dans tous les sens en rayonnant de plusieurs centres communs. Il eût été intéressant, sans doute, d'étudier de plus près les rapports de ces roches imprégnées avec le filon; mais le peu de solidité des travaux encore debout aux soufrières et les atteintes mortelles de la *Moffetta*, ne permettent plus de se livrer à de pareilles investigations.

Le plus grand nombre des filons en Toscane s'observe dans le terrain des schistes cristallins, comme les filons d'oligiste de l'île d'Elbe, ceux de mercure et de galène de *Ripa* et de *Seravezza*, dans les Alpes Apuennes, les filons d'antimoine de *Montauto* et de *Poggio-Fuoco*, — dans des calcaires blancs métamorphiques sur l'âge desquels les géologues n'osent point encore se prononcer, comme les filons du *Campiglièse*, du *Val di Castello* et du *Massétano*, ou bien dans les alberèses, comme les filons du *Massétano*, de *Giumeglio* dans les Apennins Pistojois. Jusqu'à présent on n'avait cité aucun gîte métallifère dans la partie la plus supérieure du terrain secondaire, c'est-à-dire dans le macigno. Le filon antimonifère de *Péreta* est, par conséquent, le filon d'origine le plus récent que l'on puisse citer en Italie et peut-être dans les autres parties du monde géologique connu. Pour être bien fixé sur son âge, il eût été nécessaire que l'on connût exactement la place que l'alberèse et le macigno occupent dans l'échelle des terrains stratifiés : et à cet égard l'opinion des savants qui ont traité de cette formation est loin de s'accorder. MM. de Collegno et Sismonda, d'accord avec MM. de Beaumont et Dufrénoy, l'assimilent à la craie blanche. M. Pilla en fait un terrain indépendant qu'il a décrit sous le nom de terrain *Etrurien*. Comme en Toscane, le macigno et l'alberèse reposent sur le terrain jurassique ou sur des formations plus anciennes, sans aucun autre intermédiaire ; je n'ose point me prononcer d'une manière absolue sur la valeur des idées émises par les géologues précités. Cependant la présence

les *ammonites* et d'un *hamite* dans le macigno ne peut, suivant moi, laisser des doutes sur la position que ces caractères lui assignent dans un des étages de la formation crétacée (1). Quoi qu'il en soit, l'étude des terrains ignés et des filons de la Toscane démontre le peu d'ancienneté des uns et des autres, puisque, d'un côté, l'épanchement des granites de l'île d'Elbe et des serpentines dans les couches de l'alberèse, et que, de l'autre, l'intercalation dans le macigno d'un dyke antimonifère à *Péreta* et à *Selvena*, dévoilent l'accomplissement de phénomènes énergiques dont la manifestation marque, suivant toute vraisemblance, l'intervalle géologique qui s'est écoulé entre le dépôt de la craie proprement dit et celui des terrains tertiaires.

L'éloignement du filon de Péreta, ainsi que des filons antimonifères plus puissants qu'on observe à *Montauto* et à *Poggio-Fuoco*, de toute masse ignée, ne nous dispensera pas de rechercher ici les rapports théoriques qui rattachent le remplissage de ces gîtes à l'apparition de telle ou telle autre roche plutonique. La concentration du cuivre dans le terrain du gabbro et de serpentine a fait généralement attribuer à ces porphyres magnésiens une influence qu'ils auraient exercée à l'exclusion des roches granitiques qui abondent dans l'île d'Elbe, dans celles de *Monte-Cristo*, de *Giglio*, et, sur le continent, à *Gavorrano*, à *Campiglia* et à *Castagnetto*. M. Burat, qui soutient cette thèse, s'appuie sur l'absence de substances métalliques dans le voisinage ou dans la masse même de ces dernières roches. Cependant cette proposition n'est pas aussi absolue qu'elle ne souffre quelques exceptions dont les observations ultérieures augmenteront successivement le nombre. Nous avons déjà eu l'occasion de citer dans un autre travail les filons de fer encaissés dans les granités de l'*île de Giglio*. Depuis, nous avons constaté un fait identique dans ceux de *Gavorrano;* car à l'entrée même du village de ce nom, le granite porphyroïde passant insensiblement à cette roche vitreuse et quarzifère qui à *Campiglia*, au *Mont Amiata*, à *Rocca-Tederighi* et à la *Tolfa*, ressemble d'une manière si frappante au trachyte, est traversé

(1) Dans mon travail sur le Maroc (*Bull.*, 2e série. t. IV), j'ai eu l'occasion de discuter la question de l'âge de l'alberèse et du macigno, et de démontrer, je crois, qu'il constituent au-dessous du terrain à Nummulites du Vicentin un système parallèle à la craie de Valognes ou au calcaire pisolithique des environs de Paris.

par de nombreux filons de fer oligiste et de fer hydraté que l'on voit se croiser sous forme de réticulations à larges mailles. Il existe pareillement à l'île d'Elbe, entre le golfe de *Procchio* et le village de la *Pila*, dans le quartier dit *Collo*, des amas puissants de fer hydroxidé et de manganèse, liés si intimement aux granites qui surplombent ces gîtes qu'on ne saurait raisonnablement séparer les uns des autres. C'est dans le voisinage de ces mêmes dépôts métallifères, mais plus au nord dans le massif de *Monte Capanna*, que j'ai remarqué un filon de fer arsenical dans une gangue quarzeuse attachée à un granite qui lui sert d'éponte. Il serait dès lors injuste de refuser aux roches feldspathiques toute participation dans la production des filons, en les frappant d'une stérilité qu'elles ne possèdent réellement pas et qui est démentie par la présence des gîtes que nous venons de mentionner et surtout par celle du filon d'antimoine de *Procchio* dont l'appréciation intéresse principalement notre travail. Or, en recherchant les relations géognostiques qui peuvent exister entre cette mine et les roches éruptives auxquelles on doit raisonnablement en attribuer l'origine, il serait difficile de ne pas les reconnaître dans ces masses puissantes de granite du groupe occidental de l'île, au milieu desquelles le filon est encaissé. Comme, d'un autre côté, la similitude des produits et des gangues entre le filon de *Procchio* et ceux de *Péreta*, de *Poggio-Fuoco* et de *Selvena*, est complète, il nous semble qu'on ne doit pas balancer à rattacher ces divers dépôts antimonifères à l'apparition des granites en Toscane. Cette induction découle, en outre, de la généralité des faits recueillis dans cette partie de la Péninsule; car s'il est démontré que les gîtes cuprifères appartiennent plus spécialement à la classe des gîtes subordonnés aux masses serpentineuses, que les gîtes ferrifères de *Rio*, du cap *Calamita*, ainsi que leurs analogues du *Campiglièse* représentent de véritables roches éruptives et soulevantes, postérieures à la formation serpentineuse (1) dont elles sont, par conséquent, indépendantes, force sera de recourir à l'influence des roches feldspathiques pour expliquer la présence des filons que l'on observe dans le granite même, ainsi que celles des amas métallifères, qui, comme les mines d'antimoine déjà citées et aux-

(1) Il ne faut pas perdre de vue que les granites de l'île d'Elbe ont poussé des filons au milieu de la serpentine, et que par conséquent ils sont postérieurs à la formation serpentineuse de la Toscane.

nelles on peut ajouter celles de la *Tolfa*, s'isolent des serpennes et semblent se placer sous le patronage des lambeaux ranitiques qui se rattachent eux-mêmes aux masses plus colosales de l'archipel Toscan.

L'âge récent des granites de l'Ile d'Elbe, qui à *San-Ilario* s'introduisent dans les serpentines, est un fait depuis longtemps endu classique par les écrits de M. Savi. L'existence du filon le *Péreta* au milieu du macigno est un fait unique jusqu'ici et qui concorde admirablement avec le peu d'ancienneté des roches granitiques et porphyriques de la Toscane. En admettant donc a contemporanéité de ces dernières avec une certaine classe de filons, on s'appuie non seulement sur des rapports de dépendance réciproque, mais encore sur l'ensemble des phénomènes observés en Italie comme dans les autres régions du globe, qui nous montrent à côté de chaque formation plutonique des dislocations correspondantes dans les terrains environnants, des remplissages de fentes par des substances métallifères, ou bien l'apparition de certaines masses contemporaines à l'état de dykes éruptifs.

Nous avons dû nous borner à cette exposition succincte des considérations générales sur l'âge du filon de *Péreta*. Il suffit au but que nous nous proposons d'avoir démontré que ce filon est de tous les filons de la Toscane celui dont l'âge est incontestablement le plus récent, puisque le macigno dans lequel il gît est le terme le plus élevé de la formation crétacée, et représenterait même, d'après M. Pilla, une formation intermédiaire entre les terrains crétacés proprement dits et les terrains tertiaires.

Abordons en ce moment la seconde partie de notre Mémoire, celle qui doit nous dévoiler les communications que l'apparition du filon a établies entre l'atmosphère et le foyer des actions volcaniques. Si les Lagoni de la Toscane et la soufrière de *Péreta* se trouvaient, comme la solfatare de *Pouzzoles*, dans le voisinage des volcans ou en connexion avec des coulées de laves, leur histoire se lierait à l'histoire de ces volcans eux-mêmes et se déduirait naturellement des causes bien connues qui leur donnent naissance. Nous savons que dans les champs Phlégréens les fumarolles se dégagent d'un cratère dont la nature volcanique est suffisamment dévoilée par celle des laves dont il est formé. Ces fumarolles, accompagnées de jets de vapeur dont l'intensité est quelquefois très grande, arrivent au jour char-

gées de principes acides qui réagissent sur les éléments des roches qu'elles traversent, engendrent des sels solubles ou facilitent la formation de substances nouvelles. Dans les *Lagoni*, même dégagement de vapeurs brûlantes chargées de gaz sulfhydrique, même réaction sur les roches traversées. Les vapeurs s'échappent par des failles du sol produites évidemment par des dislocations violentes, et leur connexion avec les phénomènes volcaniques, malgré leur éloignement des bouches en activité des régions méridionales de l'Italie, n'est pas moins mise en évidence par l'analogie des produits exhalés. Si nous jetons un coup d'œil sur les alunières de *Montioni*, de *Campiglia*, de *Monte-Rotondo* et de la *Tolfa*, nous retrouvons ces singuliers dépôts reposant au milieu de terrains traversés par de nombreux filons éruptifs d'une origine très récente, et dans des dépendances de position tellement étroites que leurs relations mutuelles frappent tout d'abord l'observateur et s'imposent à son esprit sans qu'il soit nécessaire de demander à des considérations d'un autre ordre l'explication du phénomène; mais nulle part ces relations ne sont mieux exprimées qu'aux soufrières de *Péreta* et de *Selvena*.

Nous avons exposé que le filon antimonifère du vallon du *Turbone*, formait au milieu du terrain de macigno une saillie prononcée dont le profil dessinait une portion d'ellipse allongée, ou, en d'autres termes, que le dyke éprouvait vers son centre un bombement avec un double pendage en sens opposé. La soufrière suit exactement la direction du filon, et l'on peut dire que le champ de fracture, déterminé par la violence de sa sortie, a été aussi le théâtre de dislocations à travers lequel ont fait éruption les vapeurs souterraines, de la même manière qu'à la solfatare de *Pouzzoles*, et dans le voisinage des volcans en activité, ces mêmes vapeurs ont suivi les passages que leur avaient frayés des coulées de lave. Aussi les puits que l'on a foncés pour la recherche et l'exploitation du soufre sont-ils tous alignés suivant la direction du filon, et assujettis dans leur distribution à un périmètre fort restreint et constamment rapproché du dyke antimonifère. Les excavations pratiquées à quelque distance des affleurements, soit en-deçà, soit au-delà, n'ont conduit à aucun résultat utile et ont dû être discontinués. Ainsi, au sud de la poudrière de la mine d'antimoine, c'est-à-dire sur les confins de la propriété du gouvernement, deux puits ont été creusés pour retrouver le prolongement des veines de soufre. On a

aversé des couches de macigno et d'alberèse qui n'avaient subi cune altération et étaient totalement privées de la substance ue l'on y recherchait. A quelque distance de ces points d'at-que, vers l'origine des affleurements orientaux, le soufre com-ence à tapisser les parois des fentes et ne constitue de véritables épôts qu'à mesure que l'on se rapproche de *Monte-Cavallo* et es régions où le brisement du terrain est plus prononcé, à cause u bombement que nous avons déjà signalé.

Quelle est l'origine du soufre qui s'est ainsi logé d'une ma-tière si capricieuse au milieu du terrain crétacé et qui semble 'être qu'une annexe, qu'un satellite du filon antimonifère? En tudiant attentivement les circonstances qui le produisent en-ore aujourd'hui, il n'est pas difficile de la retrouver dans le égagement abondant du gaz sulfhydrique, lequel, s'échappant ans discontinuité à travers les fissures du sol, dépose, par suite e la décomposition qu'il subit par son contact avec l'air atmo-phérique, une portion du soufre qu'il renferme. Ce gaz, dont es effets sont désignés par le nom de *Moffeta*, envahit toutes es issues qui lui livrent passage, se loge dans les excavations ratiquées et rendrait toute exploitation impossible sans le sys-ème des précautions mis en pratique pour l'expulser des lieux ue l'on a l'intention d'attaquer. La mofette s'annonce d'abord ar son odeur très prononcée d'œufs pourris, par la chaleur u'elle dégage et par sa propriété d'éteindre immédiatement es corps enflammés. A la *Cava bianca*, où son développement st surtout énergique, il n'est pas rare de rencontrer des oiseaux ui, en traversant les régions soumises à son influence, y sont ombés asphyxiés. On assure même que des sangliers et des œufs y sont devenus les victimes de son action délétère. On ait, d'après les expériences de M. Thénard, que les oiseaux périssent dans de l'air qui ne contient pas plus de 1/1500 de son olume de gaz sulfhydrique, et qu'un chien perd la vie lorsque 'air en contient 1/8 pour 100. Les hommes seraient exposés à n danger semblable sans les précautions dont ils s'environnent our s'en préserver.

Comme sa pesanteur spécifique est 1,1912, et comme en vertu le cette propriété il séjourne dans les cavités souterraines, le noyen le plus efficace pour reconnaître sa présence consiste à se faire précéder d'une lumière, ou bien à projeter dans les puits que l'on suppose envahis de la braise, qui conserve son incandescence tant qu'elle parcourt des zones non viciées

et qui s'éteint subitement lorsqu'elle pénètre dans la zone occupée par la mofette. Son expulsion par les orifices des travaux ou par les fissures naturelles du sol est singulièrement facilitée par la chaleur qui accompagne son dégagement et qui entretient à la surface un écoulement continu. Il ne m'a jamais été possible de recueillir une série de données précises sur sa température, à cause du courant d'air extérieur qu'on introduit dans les puits et dans les galeries afin de pouvoir y pénétrer sans inconvénients. En 1843, lorsque le gouvernement toscan exploitait encore les soufrières, je descendis par un des puits de *Monte-Cavallo* jusqu'à la profondeur de 146 mètres. La chaleur que l'on ressentait dans la plus basse galerie était suffocante : le thermomètre marquait 52° centigrades. On éprouvait dans la trachée-artère et dans les yeux une irritation violente qui provoquait immédiatement la toux et les larmes, mais après quelques minutes de séjour, ce double malaise perdait beaucoup de son intensité et on finissait par respirer plus à l'aise dans cette atmosphère que la première impression vous fait juger mortelle.

Deux expériences que j'ai faites en 1846 m'ont donné les résultats suivants :

5 mai à 6 heures du soir, le thermomètre marquait à l'ombre 20°,50 ; à la même heure, dans le puits n° 4, à la profondeur de 30 mètres, il marquait 31°,25. Ce puits, destiné à mettre en communication deux étages de galeries, était entièrement envahi par la mofette.

6 mai à 5 heures du matin, le thermomètre marquant à l'ombre 11°, indiquait 19° à la *Cava bianca* dans une cavité pratiquée au milieu de déblais superficiels léchés par la mofette.

La température obéit d'ailleurs à des variations nombreuses occasionnées par la diversité des vents dominants, la disposition du temps et les diverses heures du jour. Ces circonstances extérieures facilitent ou ralentissent l'écoulement du gaz. Bien qu'il soit incontestable que l'intensité de la chaleur augmente avec la profondeur, il est cependant impossible de constater dans quelle progression cette augmentation se manifeste. Les travaux qu'on a exécutés à plusieurs reprises pour la recherche du soufre paraissent avoir eu pour limites celles mêmes qu'une chaleur trop excessive défendait de dépasser, et au-dessous desquelles l'existence des ouvriers était menacée.

Outre le gaz sulfhydrique, la mofette contient encore des

aces d'acide carbonique dont la présence est dévoilée par l'eau : chaux. En 1843, j'avais plongé dans une cavité occupée par mofette et privée de toute communication avec les travaux ıayés par le courant d'air extérieur, un vase rempli d'eau de ıaux. Après trente-huit heures de séjour, j'obtins un précipité anchâtre qui, desséché et soumis aux attaques de l'acide azoque, manifesta une vive effervescence. Comme ce gaz est fort ;pandu dans la nature à l'air libre et que les volcans et cerıines sources le produisent en grande abondance, je ne saurais écider si celui qu'on observe à *Péreta* a la même origine. Toufois, il me semble plus rationnel de l'attribuer à la décomosition du calcaire alberèse qui, se transformant insensiblement en sulfate de chaux, se laisse dépouiller de son acide ırbonique.

La mofette est aussi accompagnée du dégagement d'une quanté très considérable de vapeur d'eau qui, dans les froides ıatinées de l'hiver, s'élève sous forme d'un brouillard blanhâtre au-dessus des puits et finit par envahir le vallon, en réandant au loin l'odeur de gaz sulfhydrique dont elle est imırégnée. Cette vapeur provient vraisemblablement des eaux l'infiltration qui, pénétrant à des profondeurs où la chaleur est excessive, revêtent la forme gazeuse et sont expulsées, en vertu le la dilatation qu'elles éprouvent, avec les autres produits constitutifs de la mofette. Les arbres, ainsi que les armatures des puits, qui sont exposés à leur passage, se couvrent d'une pellicule noire qui, au premier coup d'œil, fait naître l'idée d'un incendie qui en aurait carbonisé la surface. Toutefois, cette action ne paraît pas s'exercer au détriment de la végétation; car dans les alentours des mines elle est aussi vigoureuse que dans les autres parties de la Toscane. La mofette possède encore à un haut degré la propriété de noircir les bandes de papier trempées dans une solution d'acétate de plomb, ainsi que les objets d'or et d'argent. Les monnaies mêmes qui, renfermées dans une bourse ou dans les poches paraîtraient devoir être respectées, ne subissent pas moins son influence et se recouvrent d'une patine noirâtre, produit de la combinaison du gaz avec le métal.

L'*Aria cattiva*, pendant les mois d'été, livre les Maremmes au fléau des fièvres intermittentes et nécessite la suspension des travaux depuis juin jusqu'en octobre. Avant de redescendre dans les puits, on est obligé d'en chasser la mofette qui les rem-

plit jusqu'aux orifices. Cette opération consiste à dilater l'air méphitique par le secours d'un réchaud dans lequel on brûle du menu bois, et que l'on fait descendre graduellement dans les puits. Un ou deux ouvriers placés sur les échelles agitent la flamme avec des éventails en carton, et favorisent par cette manœuvre l'introduction de l'air atmosphérique. C'est ce travail qu'ils appellent *battre la mofette*. Lorsque les vents soufflent du côté du nord, la reprise des puits peut s'effectuer dans un seul jour; mais si ce sont les vents chauds qui dominent, le *sirocco* par exemple, la dilatation s'opère avec la plus grande difficulté, et la mofette ne peut être chassée. Dans l'année 1844, on ne fut maître des galeries inférieures qu'après vingt-huit jours de lutte.

Cette opération n'est pas toujours exempte d'inconvénients. Comme le gaz sulfhydrique mêlé à l'air prend feu au contact d'un corps enflammé, on doit la conduire avec prudence afin d'éviter les incendies. En octobre 1845, le feu s'attacha subitement aux armatures d'un puits et se propagea avec rapidité dans l'intérieur des travaux. On fut obligé de fermer hermétiquement toutes les ouvertures extérieures, en y accumulant de la terre. Ce moyen, aidé par les produits de la combustion, qui étaient de l'eau et de l'acide sulfureux, conjura presque immédiatement le danger.

La circulation de l'air atmosphérique dans l'intérieur des travaux est activée par un foyer d'aérage établi au fond du puits par lequel l'air sort de la mine. Cependant, quelquefois le dégagement des gaz est si abondant que ce foyer, lorsque surtout les vents chauds du midi règnent avec quelque constance, ne suffit pas pour chasser de l'air atmosphérique dans les galeries en avancement, bien que les puits, qui sont au nombre de quatre, ne soient pas éloignés les uns des autres de plus de 30 mètres, et que les galeries qui débouchent dans ces puits n'aient guère plus de 25 mètres de longueur avant de communiquer avec les régions aérées; aussi est-on souvent obligé de suspendre certains travaux pendant les journées trop chaudes.

Il eût été intéressant de pouvoir mesurer avec précision la vitesse avec laquelle la mofette se dégage des fissures du sol. Je n'ai jamais eu à ma disposition un instrument qui pût me l'indiquer d'une manière exacte. Pour constater matériellement le fait, je me suis contenté de fabriquer un appareil bien simple, qui consiste en un disque de carte que j'ai découpé en spirale

que j'ai suspendu, après l'avoir déroulé, à une aiguille à tri-
:er, laquelle faisait ainsi fonction d'axe vertical. Je jugeais
r la rapidité du mouvement imprimé à cet appareil de la vi-
se relative avec laquelle le gaz s'écoulait des cavités sou-
:raines.

Un des produits le plus immédiat et en même temps le plus
téressant de la mofette, est le soufre. Cette substance se pré-
nte en masse compacte irrégulière et en cristaux d'un très
tit volume, mais d'une symétrie parfaite, se rapportant gé-
ralement à des octaèdres de forme allongée, simples ou modi-
s au sommet et sur les arêtes, de différentes manières. Les
istaux tapissent les cavités des roches, s'accrochent à tous les
rps et les recouvrent d'un enduit qui miroite vivement lors-
l'on les expose à la lumière. Les poches d'antimoine, traver-
es par le gaz sulfhydrique, sont badigeonnées par une mince
aveloppe de soufre, laquelle, tout en conservant la forme du
istal, en a saupoudré si complétement la surface, qu'on en
etire des groupes admirables, qu'on prendrait à la première
ue pour des échantillons de soufre en baguettes. Les masses
ompactes, qui proviennent de la condensation du soufre au
milieu des vides préexistants, se présentent au milieu des grès
n amas, en veines ou en nids disséminés sans ordre. Elles sont
rdinairement souillées par des argiles qu'elles ont reçues des
errains encaissants, et principalement des couches marneuses
délayables.

Les travaux d'avancement exécutés à *Péreta*, en dehors du
ilon antimonifère, conduisent parfois sur des amas boueux dans
esquels le soufre forme un magma onctueux se pétrissant sous
es doigts et ne prenant de la consistance que lorsque par son
exposition à l'air il a perdu l'eau qu'il retenait. C'est aussi
ous cette forme qu'on l'exploitait dans les établissements
oyaux.

Cette exploitation, très active à l'époque de la domination
rançaise, et principalement pendant la guerre avec Naples qui
ous privait du soufre de la Sicile, a successivement décru, et
ujourd'hui elle est totalement abandonnée. On a retiré jus-
qu'à 200,000 quintaux métriques de soufre par campagne de
sept mois de travail. En admettant que l'élévation dans les prix
des soufres du commerce permît à *Péreta* d'entrer en concur-
rence, il est fort douteux qu'on puisse désormais pénétrer avec
quelques chances de succès dans un terrain qui a été fouillé

dans toutes les directions et qui, à la surface, ne présente des puits éboulés dont les dépressions cratériformes se t chent ou se confondent. Dans le mois de mai 1846, il surv entre *Campo alle Fiori* et *Monte-Cavallo*, un éboulement frayant de terrain qui entraîna la ruine complète de dix p contigus délaissés depuis une quinzaine d'années. On pou pénétrer, en s'accrochant avec prudence à quelques saillies lides laissées en place, jusqu'à la profondeur d'une vingtain mètres, et observer par conséquent le travail de la mol pendant une période de quinze ans. Sans s'arrêter à la trans mation des roches en alunite ou en sulfate de chaux, trans mation qui pouvait remonter à une époque très ancienne et térieure à la confection des travaux, mon attention se p plus spécialement sur la quantité vraiment prodigieuse de so qui s'était condensé dans les galeries abandonnées ainsi que les fissures de la montagne. Ces dernières surtout offraient coup d'œil magnifique à cause de leur encroûtement scin lant. Le soufre, grenu et compacte, s'était accumulé les galeries ainsi que dans les crevasses du sol, dans quelles il avait eu la liberté de se déposer, en telle abonda qu'on a pu l'en retirer et le distiller avec profit. Le puits jourd'hui ruiné de *Monte-Cavallo*, que j'ai eu occasion d' dier en 1843, était arrivé à la profondeur de 150 mètres en ron. On avait traversé un système de couches très altérée composées de calcaires, de marnes, d'alunite, de karsténit de gypse, au milieu desquelles le soufre était logé sous fo de veines, de filons, de bancs interrompus et d'amas trans saux. L'expérience avait appris aux ouvriers que la renco de la karsténite, qu'ils désignent par le nom de *Marmor* était un indice presque infaillible de la présence du soufre. J occasion de m'assurer moi-même de l'exactitude de cette ob vation, à laquelle, dans le principe, je n'attachais pas l'im tance théorique qu'elle a acquise depuis à mes yeux.

La production du soufre par la décomposition du gaz hyd gène sulfuré dans la solfatare de *Pouzzoles*, et par un proc analogue à celui qu'on remarque dans les eaux thermale hépathiques, est un fait solidement établi par les observati de Breislack (1). Ce naturaliste a démontré que la cristallisa de cette substance s'opérait toujours à l'air libre ou bien d

(1) Voyez ses *Voyages physiques et lithologiques dans la Campa*

les cavités souterraines en communication avec l'air atmosphérique. Cette théorie est en accord parfait avec ce qui se passe à *Péreta*, et de plus trouve une confirmation éclatante dans la formation du soufre qui s'opère à la surface du sol à la *Cava bianca*, où on le voit se reproduire presque immédiatement après chaque récolte enlevée. C'est qu'à la *Cava bianca* le dégagement de la mofette est beaucoup plus actif que sur tout autre point des soufrières, et la reproduction du soufre s'opère avec une célérité et une abondance sans exemple ailleurs. A *Péreta*, la masse de soufre est plus considérable qu'à *Pouzzoles*; mais la différence dépend peut-être d'une question de profondeur; car, si à *Péreta* on peut atteindre jusqu'à 150 mètres au-dessous du sol avec une température de 52° seulement, à *Pouzzoles* des tentatives pareilles seraient impraticables, parce que les courants impétueux de vapeurs animées d'une chaleur de 77° Réaumur (92°,50 centig.) élèvent des obstacles invincibles qui ne permettraient pas de rechercher ce minéral, en supposant même qu'il existât en quantité suffisante dans la profondeur. Breislack a constaté par des expériences directes qu'à *Pouzzoles* une partie du soufre était apportée par voie de volatilisation. Bien que sa formation par sublimation ne répugne nullement à la doctrine admise sur l'incandescence intérieure du globe, on doit néanmoins convenir qu'à *Péreta* le degré de chaleur mesuré aux lieux mêmes où le soufre se dépose journellement n'est pas assez élevé pour en provoquer la volatilisation (1), tandis que sa présence dans l'hydrogène sulfuré et sa séparation au moyen de la décomposition de ce gaz est un fait bien établi qui dispense de recourir à toute autre explication.

Depuis longtemps le même géologue avait reconnu que le gaz sulfhydrique, en se mêlant avec l'air atmosphérique, se décomposait, que le soufre se déposait en partie sur les rebords des fumarolles et se changeait en partie en acide sulfurique, en s'unissant à l'oxygène de l'atmosphère (2). Breislack, dans ses *Institutions géologiques* (3), imprimées trente ans plus tard, revenant sur la même question, annonça que si l'hydrogène sulfuré n'est pas accompagné de beaucoup de chaleur on ne voit alors ni eau ni soufre, mais qu'il se forme de l'acide sulfu-

(1) La gazéification du soufre, d'après Berzélius, exige une température de 316°.

(2) Voyez ses *Essais minéralogiques sur la solfatare de Pouzzoles*.

(3) Tome II, page 224.

rique, et que les parois du lieu où les émanations se répandent se couvrent d'efflorescences salines, c'est-à-dire de sulfates d'alumine, de fer et de chaux, substances produites par la combinaison de cet acide avec les bases terreuses contenues dans les matières volcaniques. On observe des phénomènes de même nature dans le voisinage des eaux sulfureuses et entre autres de celles de *Mondragon*, dans le royaume de Naples, qui ont la propriété de couvrir d'efflorescences gypseuses, alumineuses et ferrugineuses, parsemées de poussière de soufre, les pierres calcaires et les tufs volcaniques qui les avoisinent. Le seul principe volatil qui se dégage de ces eaux est l'hydrogène sulfuré, et celui-ci suffit pour donner naissance aux sulfates de chaux, d'alumine et de fer ainsi qu'au soufre en nature.

La théorie que Breislack formulait pour la formation de ces produits, pour ainsi dire accidentels, s'applique à *Péreta* à des produits identiques, mais qui se sont développés sur une échelle bien plus vaste et dont l'abondance tient probablement à la composition particulière des roches sous lesquelles se sont exercées les réactions métamorphiques et à l'énergie de ces mêmes réactions. La présence de l'acide sulfurique mêlé aux eaux qui suintent des voûtes des galeries et des crevasses du sol, est bien connue des mineurs à cause de ses effets violents sur l'économie animale. Les chantiers envahis par cet acide, qui est désigné sous le nom d'*aqua forte*, doivent être attaqués avec la plus grande circonspection, car l'introduction de quelques gouttes dans les organes de la vue en détermine la perte immédiate. Les étoffes soumises à son contact ou à ses éclaboussures se détruisent ou perdent immédiatement leur couleur. Dans les grottes ouvertes au-dessus de *Campo alle Fiori*, ainsi qu'à la *Cava bianca*, l'acide sulfurique qui filtre à travers les interstices des roches tombe en partie sur les planchers des galeries, ou bien en lèche les parois en convertissant les roches soumises à son contact immédiat en sulfates de chaux, d'alumine et de fer, suivant la nature des éléments constituants. La karsténite, qui n'est autre chose qu'une portion du calcaire *alberèse* modifié par les attaques incessantes de l'acide sulfurique, est mêlée de bancs de gypse. Elle présente une couleur plus bleuâtre, une texture lamellaire et serrée et une ténacité assez grande. Le gypse, au contraire, a une structure plus saccaroïde, s'égrène facilement sous la pression des doigts et se montre cristallisée en lames entrelacées dont quelques unes laissent voir une disposition lenticulaire. Les argiles alternantes contiennent

ssi quelques cristaux de sélénite trapézienne. Il n'est pas rare observer dans ces deux sulfates quelques veines de quartz morphe qui, dans certaines cavités géodiques, tend à une disition cristalline, double particularité qui rappelle jusqu'à un rtain point les lits de silex que l'on remarque dans les gypses rtiaires et les cristaux de quartz des dépôts anomaux gypseux la formation du trias dans le midi de la France.

La conversion du calcaire en gypse n'est point admise ici par duction, comme elle pourrait l'être pour les gisements des lpes provençales et dauphinoises; elle résulte d'une opération himique qui, se continuant encore aujourd'hui sous nos yeux, eut être suivie dans sa marche, dans ses progrès et être soumise au contrôle de l'observation directe. En effet, à la *Cava tanca* et au nord des établissements royaux, à quelques centaines de mètres de la poudrière, il existe une dépression dont es parois, blanchies par le passage de la mofette, se laissent distinguer de loin. Des couches de silex carié qui en constituent la charpente supportent la formation de l'alberèse que l'on voit s'étendre de là sur les coteaux voisins. Les portions qui ont été soumises à l'action de la mofette se convertissent graduellement en sulfate de chaux, et les points d'attaque sont nettement indiqués dans les fissures à travers lesquelles le courant s'échappe avec le plus de facilité. Cette métamorphose s'opère lentement et respecte dans toute leur intégrité les caractères primitifs de la stratification; des gerçures, quelques bombements s'aperçoivent bien, il est vrai, çà et là, mais cet accident est dû à un gonflement, résultat inévitable d'une transmutation qui, apportant des principes nouveaux, augmente le volume des roches et tend à leur imprimer une dilatation uniforme dans tous les sens. Pour peu que des obstacles s'opposent à cette dilatation, il doit se produire des tuméfactions par suite des pressions inégales. Les détails de la transmutation sont encore plus nettement exprimés dans les fragments d'albérèse que le ruisseau ou des éboulements ont amenés dans le courant de la mofette. En brisant les débris un peu volumineux, il n'est pas rare d'en trouver le centre intact, tandis que l'extérieur, jusqu'à une profondeur qui varie suivant l'intensité de l'action métamorphique et la durée de leur immersion dans le gaz sulfhydrique, est converti en sulfate de chaux. La couleur de la roche, de bleuâtre qu'elle était originairement, devient blanche et se nuance parfois de teintes rougeâtres dues à la peroxidation du fer que ces roches renferment toujours en proportions variables. Si la forme se

conserve la même, la structure subit une modification remarquable, en ce sens que, les surfaces se trouvant également attaquées par tous les points, la conversion s'effectue avec uniformité par zones concentriques très rapprochées et alternant avec des lignes plus obscures qui semblent indiquer des temps d'arrêt. Ces enveloppes s'appliquent exactement sur le noyau central du calcaire et en suivent les contours avec fidélité. Lorsque la masse entière est passée à l'état de gypse, l'existence de galets gypseux transportés souvent à une certaine distance par les eaux du *Turbone* embarrasserait sérieusement le géologue, si leur configuration rubannée, ainsi que la nature des procédés mis en œuvre, ne fournissaient immédiatement la solution du problème.

Il serait difficile de citer une localité plus intéressante que *Péreta* pour l'observation et la constatation de ces faits curieux. La solfatare de *Pouzzoles* offre bien, il est vrai, des exemples d'une pareille métamorphose; mais comme le gypse qu'on y remarque ne provient guère que des particules calcaires mêlées aux tufs volcaniques, ou de la chaux soustraite par l'acide sulfurique aux laves décomposées, on peut dire que le phénomène se réduit, comparativement du moins, aux proportions d'une expérience de laboratoire; mais à *Péreta*, où la solfatare s'est ouverte au milieu d'une formation calcaire, la *gypsification* s'opère sur une échelle si vaste que si, par la pensée, on supprime les dégagements actuels de gaz sulfhydrique, on aura sous les yeux un dépôt gypseux qu'il serait difficile de distinguer des dépôts anomaux des Alpes, bien que la date de ces derniers remonte à un âge du globe très reculé. Au N.-E. de la *Cava bianca*, dans une grotte ouverte au-dessous de l'escarpement qui domine le ruisseau du *Turbone*, on reconnaît encore, dans les argiles noirâtres qui alternent avec les couches de gypse ou qui pénètrent dans leur masse, les caractères généraux de la stratification. On peut y suivre de l'œil le mode suivi dans ce changement en grand de la composition des roches, changement qui s'est opéré par une espèce de cémentation lente et progressive à laquelle est due la conservation des formes extérieures.

Nous avons dit que la rencontre du gypse et de la karsténite dans les galeries de recherche, était un signe avant-coureur et presque infaillible de la présence du soufre. Pareillement à la *Cava bianca*, le gypse que nous avons vu s'y former est accompagné d'une si grande abondance de ce minéral, qu'on le récolte à la surface même du sol où il se reproduit sans interruption. Il est

ile de se rendre compte de cette association. En effet, si l'hy-
ıgène sulfuré est le seul agent que la nature ait employé
ır la formation du gypse et du soufre, nous devons admettre
e les dépôts de cette dernière substance sont le résultat de la
:omposition du gaz sans le contact de l'oxigène, dans laquelle
ydrogène aura été mis en liberté, tandis que, dans les circon-
nces favorables à l'oxigénation du soufre, il y aura eu pro-
ction d'acide et, par suite, de sulfate de chaux, si l'acide a
ıgi sur des roches calcaires. Lorsque le soufre se montre as-
cié au gypse, la seule conséquence qu'on puisse tirer de cette
union conduit à reconnaître que, sur les points traversés par
ı courant énergique de gaz sulfhydrique, une partie du soufre,
ır l'action de quelque substance qui en aura séparé l'hydro-
ène, se sera précipitée et l'autre portion se sera transformée
ı acide sulfurique. Cette théorie, appuyée sur l'observation,
xplique les faits d'une manière si simple et si rationnelle qu'elle
e présente d'elle-même à l'esprit et que les ouvriers qui n'a-
:aient pas à remonter à l'origine des choses, avaient été cepen-
lant frappés de leur manifestation matérielle et s'en servaient
comme d'un caractère qui les dirigeait dans leurs recherches
et trompait rarement leurs espérances.

Il existe une autre substance qui accompagne le gypse et qui, comme lui, est produit par les réactions de l'acide sulfurique. Cette substance est l'*alunite*. On la reconnaît à sa blancheur et principalement à la propriété qu'elle possède, après avoir été calcinée, de se dissoudre dans l'eau et de donner naissance à de l'alun. Elle fait partie constituante du terrain d'albérèse et elle représente les couches de schistes de la même manière que les gypses représentent les couches calcaires. On peut en observer un bel exemple au-dessus de la *Cava bianca*, où une coupe naturelle offre l'alternance plusieurs fois répétée de schistes silicifiés, d'alunites, d'argiles blanchâtres et de gypses. Ce minéral, qui, à *Montioni*, a été, dans les temps anciens, l'objet d'une exploitation très active, n'a jamais été jugé digne d'être recherché à *Péreta*, à cause de son mélange avec des argiles non alunifères et de sa faible teneur en alun. La pureté des aluns de Rome et de Toscane leur avait attiré une juste réputation qui n'a plus fait fortune, dès qu'on eut l'idée de les fabriquer de toute pièce. En réalité, ils sont exempts d'oxide ferrique, tandis que ceux des autres provenances en contiennent toujours une faible quantité dont l'influence est nuisible sur les

couleurs. Cette qualité me paraît dépendre de leur mode de formation : voici du moins ce que j'ai observé à *Péreta*.

L'acide sulfurique provenant de la décomposition de l'hydrogène sulfuré, convertit, ainsi que nous l'avons vu, les calcaires en karsténite ou en gypse, et les schistes subordonnés en alunites insolubles, lorsque leurs éléments constitutifs se prêtent à cette transformation. Le même acide réagit aussi sur les oxides de fer qui colorent et les calcaires et les schistes, et il forme avec eux un sel éminemment soluble que les eaux dissolvent et emportent à mesure qu'il est formé. Comme ces attaques et ces lessivations sont permanentes, elles finissent par enlever tout le fer que ces roches contenaient. Aussi les pierres d'alun de la *Tolfa*, de *Montioni* et de *Péreta*, dont l'origine par l'intermédiaire du gaz sulfhydrique est bien évidente, ne conservent plus que leurs éléments insolubles. Il resterait à rechercher la cause de cette insolubilité que la calcination seule fait disparaître; et on pourrait la trouver dans la propriété que possède l'alunite de se séparer, à l'aide du grillage, de l'excès d'alumine qu'elle renferme; or l'alun cristallisé ne contient que 10,82 pour cent d'alumine, tandis que dans l'alunite, cette base s'élève jusqu'à 20 à 43 pour cent (1).

Comme les schistes renferment de la silice, que l'acide sulfurique respecte, celle-ci se trouve disséminée dans la pierre d'alun à l'état de mélange mécanique, ou bien elle se groupe en noyaux plus ou moins volumineux qui donnent à la masse une apparence bréchiforme. Mais cet agroupement a exigé que la silice ait subi une dissolution préalable qui ait ensuite permis aux molécules de se pelotonner autour de divers centres d'attraction. Or, nous savons que les vapeurs animées d'un certain degré de chaleur jouissent de la propriété de dissoudre la silice, et ce phénomène est bien connu dans le voisinage des geysers, ainsi que dans les contrées volcaniques de la Campanie (2). Il se reproduit à *Péreta* avec des caractères d'évidence

(1) La pierre d'alun contient en effet, avant calcination, l'acide sulfurique, l'alumine et la potasse, mais non point l'alun tout formé. Par la calcination l'alun se produit et l'excès d'alumine se précipite. On sait aussi qu'en fournissant à une dissolution d'alun ($3\ So^3 + Al.\ O^3$) un excès d'alumine ou de potasse, il se précipite un nouvel alun dit *alun basique*, représenté par la formule $So^3 + Al.\ O^3$.

(2) La rédaction de ce mémoire remontant aux premiers mois de l'année 1846, je n'ai pu profiter des observations intéressantes que

ellement convaincants, surtout quand on l'observe sur les grès, qu'on ne saurait en contester l'authenticité. En effet, les noyaux dont nous parlons offrent dans leur intérieur ces fendillements, ces gerçures, ces lignes de retrait qui dénotent que la matière a été amenée préalablement à l'état de dépôt gélatineux. Il n'y a qu'à suivre le prolongement des couches alunifères et quartzifères dans les portions du terrain placées en dehors de l'influence de la mofette, pour les voir reprendre leurs caractères originaires, sans qu'elles présentent ces amygdales de quartz noyées au milieu des schistes, bien que les unes et les autres appartiennent à un même système, à un même tout continu et indivisible. La *Cava bianca* nous montre aussi des exemples en grand de la transformation des schistes crétacés en alunites et en schistes siliceux. Ces derniers ont conservé leurs formes primitives avec tant de netteté que leur seule inspection suffit pour dévoiler le calme avec lequel s'est pratiquée leur silicification. La continuation de ces opérations singulières dans les couches que la mofette assujettit progressivement à son influence, donne la traduction des causes analogues par lesquelles les couches inférieures ont subi cette régénération moléculaire qui, en présence de nouvelles forces, de nouveaux éléments, obligeait chaque particule à changer de nature, à modifier sa texture, en conservant cependant la même configuration extérieure. A la première visite, l'observateur éprouve quelque embarras avant de pouvoir débrouiller le chaos apparent de ces

---

M. Damour vient de consigner sur la composition des eaux des geysers d'Islande, ainsi que de l'explication qu'il donne sur la précipitation de la silice. (*Bulletin de la Société géologique*, 2e série, tome V.)

On sait que ces eaux brûlantes renferment des sulfures alcalins, et M. Damour a démontré que la présence d'un excès de soufre dans une dissolution alcaline siliceuse détermine la séparation de la silice, aussitôt que la température de cette dissolution devient inférieure à + 70°. Il est donc rationnel d'attribuer la formation continue de la croûte des geysers à la saturation progressive de l'alcali qui sert de dissolvant. On conçoit très bien que le soufre ou l'acide sulfhydrique contenu dans ces eaux, s'unissant à l'oxygène de l'air, passe à l'état d'acide sulfureux, d'acide sulfurique, et sature peu à peu l'alcali.

Or, la formation permanente des alunites au milieu des roches qui renferment de la silice régénérée, dans les solfatares et les lagoni de la Toscane, dénote clairement que ce dernier minéral prend naissance au sein d'un liquide alcalin et que sa précipitation est réellement due à l'action du soufre en excès que la mofette lui fournit en abondance.

produits divers dont les caractères s'écartent tant des caractères géologiques normaux. Ainsi, suivant la prédominance des éléments primitifs, telle couche aura été silicifiée sur un point, tandis que, sur un autre, elle aura été convertie en pierre d'alun. La gypsification, le changement des schistes en alunites, au lieu de s'opérer suivant les plans de la stratification, se seront produits avec plus d'énergie autour des canaux qui livraient passage au courant de la mofette et auront alors modifié le terrain dans un sens limité et vertical, d'où des brouillages, des mélanges de toutes sortes de roches qui prêtent singulièrement à la confusion. Nous avons vu les alunites de la *Cava bianca* renfermer presque constamment des rognons de quartz provenant de la séparation des molécules siliceuses, au moment de leur dissolution et de leur agrégation par la force de l'affinité chimique. A côté, ce sont des schistes dans lesquels la silice prédominait, devenus presque entièrement siliceux, mais renfermant en grand nombre des fragments anguleux d'alunite qui représentent les portions des schistes dont la composition se prêtait à la formation de cette substance, et qui se sont trouvés comme emprisonnés dans une gangue qui, étant primitivement de nature différente, n'a pu se plier à des transformations du même genre. Nous devons nous borner à esquisser ici la physionomie de ces produits intéressants; car, si nous voulions décrire en détail les accidents minéralogiques qui relient les deux extrêmes des séries métamorphiques, nous serions obligé d'entrer dans des développements étendus qui n'ajouteraient rien au mérite de notre travail.

L'examen des couches mises à découvert par les travaux exécutés dans la mine d'antimoine vous initie avec d'autant plus de fruit à la connaissance de ces métamorphoses variées que, suivant que le filon qui coupe successivement tous les termes de la formation crétacée se trouve en rapport avec les bancs calcaires, le macigno ou les schistes alternants, le passage des vapeurs à travers les plans de contact et les fissures du sol donne naissance aux changements correspondants à ceux que nous avons signalés à la *Cava bianca*. Le macigno subit en quelques points une silicification si complète qu'il semble faire partie constituante du filon lui-même et que plus d'une fois il a engagé à pousser des galeries à travers bancs. On abattait alors du quartz calcédonieux sans minerai. En examinant au jour les déblais, on voyait le macigno, que ses paillettes de mica rendent si reconnaissable, perdre insensiblement ses caractères ordinaires et passer à un silex brunâtre souvent rubanné, comme si la disso-

ution de la silice et sa régénération se fussent opérés par zones. Quelquefois ces silex, produits constamment au détriment de la silice du macigno, courent au milieu du grès en veines irrégulières qui s'entre-croisent dans tous les sens et représentent microscopiquement un stockwert dont les ramifications enclavent les portions de la roche qui n'ont subi aucune altération. Seulement il existe entre le grès et ces veines une fusion si intime qu'il est impossible d'y remarquer les moindres traces de séparation, et on se convainc que les réticulations occupent les lignes qui auront favorisé le jeu des affinités chimiques en livrant un passage plus facile à l'agent dissolvant.

Comme dernier exemple de silicification, nous citerons une substitution fort remarquable de la silice et de l'antimoine sulfuré dans laquelle le quartz calcédonieux, dans quelques poches à cristaux traversées par la mofette, chasse successivement les molécules du minerai pour prendre sa place, en en conservant exactement la forme extérieure. On obtient de cette manière les groupes magnifiques de quartz bacillaires, à structure flabelliforme ou entre-croisée. L'épigénie n'ayant pas affecté uniformément toute la masse, il n'est pas rare d'observer sur le même échantillon des cristaux d'antimoine dont une portion seulement a été silicifiée.

La présence de l'*alunogène* en veines composées de fibres parallèles, de l'*alun de plume*, ainsi que de l'*alun* au milieu des argiles traversées par le gaz sulfhydrique, constitue des accidents de peu de valeur dont l'origine se déduit naturellement des causes que nous avons décrites. Nous nous contenterons donc de citer pour mémoire les galeries du *Campo alle Fiori*, comme la localité où ces sels abondent le plus.

Les macignos dans lesquels se manifeste un principe d'altération se remplissent de cristaux de fer sulfuré qui, à leur tour, par leur exposition à l'air, se couvrent d'efflorescences salines et se convertissent en sulfate de fer. En poussant une galerie de communication entre les puits n° 2 et n° 3, on rencontra intercalée entre un banc de quartz métamorphique et un banc d'argile une masse de pyrite d'une puissance de plus de 40 centimètres et qui semblait avoir coulé sur le plan de la couche inférieure. Elle était formée d'une série de plaques parallèles de 2 à 3 millimètres étagées les unes au-dessus des autres et présentant des intervalles vides de pareille dimension. Les surfaces de chaque bande subissaient des inflexions légères, comme si elles eussent été bosselées. De plus, elles reflétaient un brillant métallique

semblable au poli du bronze. La cassure transversale laissait apercevoir des fibres extrêmement déliées perpendiculaires aux plans des surfaces, mais dont la direction ne correspondait point avec celle des étages contigus. Lorsque, par suite d'un rapprochement plus complet, les bandes finissaient par se toucher, on apercevait néanmoins de distance en distance des lignes nettement accusées de séparation. Aussi elles se débitaient sous le marteau en plaques minces feuilletées et d'une égale épaisseur. Cette disposition panniforme suffirait déjà pour nous dévoiler l'origine de ce sulfure par la voie humide et par un procédé analogue à celui qui donne naissance aux stalactites calcaires dans les cavités des montagnes. Un trait de ressemblance de plus est indiqué par la disposition tuberculeuse que la pyrite prend dans les vides qu'elle rencontre. On observe, en effet, à la base des dépôts qu'elle constitue, ces mamelons sous forme de cornets emboîtés les uns dans les autres. Dans ce cas, les fibres qui rayonnent autour d'un centre commun sont perpendiculaires à l'axe de ces tuyaux coniques ou cylindriques.

L'abondance du fer sulfuré dans les terrains sédimentaires nous dispense de discuter si l'origine des masses qu'on remarque à *Péreta* est due à une sublimation ou à une précipitation par la voie humide. Une discussion de cette nature serait d'autant plus superflue que la chimie nous enseigne qu'on peut obtenir du sulfure de fer en exposant de l'hydrate de fer à un courant de gaz sulfhydrique ou bien par le moyen d'une dissolution de sulfate de fer dans une dissolution de sulfhydrate. Or, la composition de la mofette se prête admirablement à des réactions de ce genre, car elle renferme tous les éléments exigés.

Pour en finir avec les produits observés dans la solfatare de *Péreta*, il nous reste à mentionner les changements apportés à la surface des cristaux d'antimoine sulfuré léchés par la mofette. Ces cristaux se recouvrent d'une couche plus ou moins épaisse d'une substance rougeâtre sous laquelle disparaît l'éclat métallique du minerai. Cette substance est un oxisulfure connu en minéralogie sous le nom de *Kermes*, et elle a pour formule $\ddot{S}b + 2\,\dot{S}b\,\ddot{S}o^2$. Rose est le premier chimiste à qui on soit redevable des notions exactes que l'on possède sur la composition de cette espèce minérale, laquelle offre une combinaison en proportions définies de l'oxide d'antimoine avec le sulfure. Quelquefois l'épigénie dévore la substance des cristaux et leur communique une fragilité si grande qu'il devient presque im-

possible de les enlever intacts de la mine et de les conserver dans les collections. J'ai pareillement recueilli des groupes de quartz cristallisé dont la surface était recouverte d'une pellicule de kermès. On dirait qu'ils avaient été enduits d'un vernis rougeâtre.

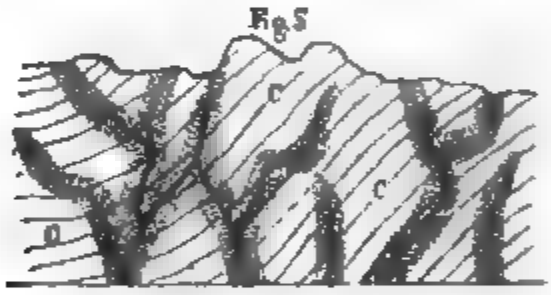
Telles sont les observations que j'ai pu faire à *Péreta* et dont j'ai présenté une analyse succincte dans ce travail. J'aurais dû m'appesantir peut-être un peu plus sur certaines particularités relatives au métamorphisme, puisque la nature me livrait, pour ainsi dire, le secret de ses opérations. Mais les opinions des savants qui ont introduit cette hardie et brillante théorie, n'étant plus entachées d'hérésie, comme elles pouvaient l'être il y a quelques années, je me suis borné au simple exposé des faits, en me félicitant néanmoins de l'avantage que m'ont offert les circonstances de pouvoir étudier avec toute l'attention désirable un gisement si remarquable et qui, en enrichissant la science d'un nombre si considérable de documents nouveaux, les livre sous la garantie d'un contrôle sévère, et, qu'on me passe l'expression, avec les pièces justificatives à l'appui.

§ 2. — *Solfatare de Selvena.*

Selvena est une bourgade située à cinq milles environ de *Santa-Fiora*, entre cette commune et celle de *Sorano*, sur la berge gauche de la vallée de la *Fiora* et sur un des contreforts méridionaux du groupe montagneux de l'*Amiata*. Cette localité avait joui de quelque célébrité dans le siècle dernier, à cause de ses mines de soufre et de mercure et de ses fabriques de vitriol. Le désir de comparer ce gisement à celui de Péreta me détermina à visiter cette contrée. Depuis *Péreta* jusqu'à *Selvena*, le terrain dominant que nous traversâmes fut le terrain à *fucoides Targioni*, lequel, sur les bords du fleuve *Albegna*, disparaît sous quelques dépôts tertiaires. A *Saturnia*, vieille cité étrusque dont les murs sont encore debout, ces dépôts sont couronnés par un escarpement de travertin à couches puissantes, formant au-dessus des argiles sous-jacentes un îlot auquel *Saturnia* devait sa forte position. Au nord du hameau les *Capanne*, entre l'*Albegna* et la *Fiora*, nous rencontrâmes quelques pointements de calcaire jurassique et quelques plaques de molasse subapennine pétries de fossiles. Toutefois ces terrains, plus anciens ou plus modernes que le terrain de craie, ne constituent que des exceptions de peu de valeur, mais tou-

jours agréables aux géologues qui voyagent à pied. Nous traversâmes la *Fiora* au-dessous de *Catablio*, et après avoir cheminé dans son lit pendant une heure à peu près, nous gagnâmes la berge droite de la *Canale*, torrent qui descend du versant occidental de la montagne du *Castelazzara*, et nous arrivâmes à *Selvena*.

Notre première visite eut pour objet la reconnaissance des soufrières. Elles sont situées à 500 mètres environ de la maison curiale, dans la direction des antiques et imposantes ruines du château féodal de *Selvena*. Leur présence est annoncée par une odeur très prononcée d'hydrogène sulfuré et par des couches de gypse subordonnées aux fissures du sol traversées par le courant de la mofette. Leur origine épigénique est clairement dévoilée par leur encaissement dans un système de bancs calcaires et par leur soudure avec ces bancs eux-mêmes, lesquels, intacts dans le couronnement des buttes que l'on voit se dresser sur la droite, passent insensiblement à la pierre à plâtre dans les parties plongées dans les vapeurs méphitiques. S'ils montrent quelques traces de gypse en dehors de ces parties, on les remarque sur les parois des crevasses par où s'échappe le gaz sulfhydrique (fig. 3). Le gypse, qui s'est développé au sein des



Gypsification progressive du calcaire crétacé CC à l'entour des fissures traversées par la mofette.

argiles noirâtres de l'albérèse, revêt une forme cristalline plus prononcée. On y remarque des cristaux lenticulaires et des masses lamellaires et brillantes (1). A l'entour de ces buttes

(1) Comme une partie de ces caractères se retrouve dans les gypses à bancs interrompus des argiles du terrain tertiaire de la Toscane, que quelques géologues, et notamment MM. Savi et Collegno, ont considérés comme un produit métamorphique postérieur au terrain qui les contient, il est utile de se prémunir contre un rapprochement de cette nature, qui tendrait à réunir deux choses parfaitement distinctes. Dans le mémoire que nous avons publié sur les terrains tertiaires de la Toscane (*Bull.*, 2e série, tome I, page 424), nous avions

pseuses, on voit les vestiges de quelques haldes et de deux its à moitié comblés, très rapprochés l'un de l'autre et ayant

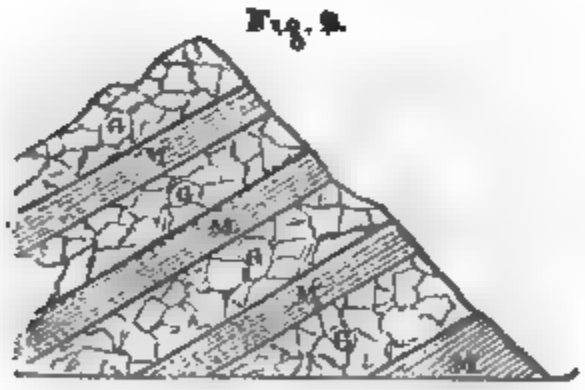
---

montré que ces gypses, signalés comme métamorphiques, étaient contraire régulièrement stratifiés, et que leur disposition en ro- ons, dans quelques cas exceptionnels, était due à la facilité qu'a- ient eue leurs éléments, lorsqu'ils étaient en solution dans les ux, de se pelotonner en cristallisant librement au milieu des argiles. coupe de *Fonte-ai-Bagni*, dans le *Volterrano*, fournissait à cet ard un argument péremptoire. Mais il existe une autre localité dans quelle ce fait de la stratification du gypse et de son alternance avec marnes fossilifères lacustres, est exprimé avec tant d'évidence et des proportions si gigantesques, qu'elle rappelle les gisements de ntmartre et d'Aix, avec lesquels elle offre la plus grande analogie. tte localité est la *Castellina marittima*, celle qui fournit exclusive- nt les blocs d'albâtre blanc translucide, dont l'exploitation donne à un commerce très actif. Les terrains qui renferment les gypses partiennent à l'étage ophiolitique de M. Savi, et sont une continua- n de la ceinture qui recouvre les flancs de la chaîne serpentineuse *Monte-Catini*, de *Mtémo* et de *Monte-Vaso*.

Dans les carrières ouvertes au-dessus de la *Maesta*, on exploite ustre bancs de gypse séparés par autant de bancs de marnes. Voici elle en est la puissance :

1. Banc de gypse, affleurant à la surface, peu riche en albâtre	2m,	92
Couches de marnes	»	88
2. Banc de gypse, riche en albâtre	3	50
Couches de marnes	»	58
3. Banc, avec albâtre très estimé.	4	96
Couches de marnes	»	58
4. Banc, avec albâtre de première qualité, mais peu abondant.	7	07
Couches de marnes (puissance inconnue) . .	?	?
Puissance totale.	20	49

Fig. 2.



GG Gypses. MM Marnes.

Le gypse dont sont formés les bancs est d'un gris sale, un peu

servi à l'extraction du soufre. A en juger par la faible quantité de déblais épars, et d'après les renseignements fournis par le

---

foncé, et il est composé de cristaux lenticulaires entrelacés, d'une dimension peu considérable. Cette variété est désignée par les ouvriers par le nom de *panchina*. C'est au milieu de cette panchina que sont noyées les masses d'un gypse blanc, translucide, passant graduellement au gypse lenticulaire, et représentant autant de centres distincts qu'une force attractive semble avoir obligés à s'isoler et à cristalliser dans des conditions particulières. Le mode d'extraction des blocs utiles consiste à abattre la panchina avec le secours de la poudre, afin de démasquer la position qu'ils occupent; une fois reconnus, on les attaque à la pointerolle et on les dégage de la masse en en suivant les contours. On a retiré des blocs qui pesaient jusqu'à 1800 kilogr.; mais ils sont rares.

La production annuelle peut être estimée à 50400 kilogr.

Une partie de la panchina est utilisée pour les remblais intérieurs; celle qui avance est rejetée sur les haldes ou convertie en plâtre.

L'ensemble de l'étage gypseux forme, vers la *Castellina*, une ellipse allongée dont le plus grand axe se dirige de l'E. à l'O.: c'est dans le sens de ce diamètre que sont ouvertes les excavations de l'albâtre; du S. au N., au contraire, les bancs de gypse subissent un amoindrissement sensible et ne sont guère exploitables qu'à une distance de deux milles des carrières principales. On peut donc considérer le gisement de la *Castellina* comme une énorme lentille engagée au milieu du terrain tertiaire, et dont les dernières traces de gypse observées au S., vers le *Terriccio*, et au N., vers les montagnes de *Monte-Vaso*, indiqueraient assez exactement les limites.

Le système entier, qui est parfaitement stratifié et qui alterne à plusieurs reprises avec des bancs d'argile et des marnes feuilletées, incline sensiblement vers le Nord.

Je suis parvenu à trouver au milieu des marnes, principalement à la *Macsta*, des myriades de paludines et de cyclades, analogues à celles qui caractérisent les gypses d'Aix, ainsi que quelques débris de plantes dicotylédones. Lorsque j'ai visité, en 1845, la *Castellina*, en compagnie de M. Burat, les ouvriers nous assurèrent avoir découvert des ossements engagés au milieu du gypse. Toutefois la présence de fossiles lacustres, jointe à la complète indépendance des gypses d'avec les marnes subapennines, suffit pour leur conserver la place que je leur avais primitivement reconnue, pour justifier le parallélisme que j'avais établi avec les gypses d'Aix et pour écarter toute idée de métamorphisme postérieur à leur sédimentation.

M. Pilla, qui avait d'abord repoussé l'existence d'une molasse marine miocène en Toscane, a été amené, à la suite de nouvelles études, à admettre les divisions que j'avais proclamées. M. Murchison, à son tour, en a reconnu l'exactitude. Je sais qu'en 1847 M. Sismonda, dans une notice insérée dans l'*Antologia*, a introduit les gypses de l'Italie dans l'étage miocène, et que, pour prouver leur

il ne paraît pas que l'exploitation ait jamais été entre-
ır une vaste échelle. Aujourd'hui, les puits étant envahis'
mofette et les galeries écroulées, il est impossible d'être
ué sur la composition d'un gisement que toutes les cir-
ıces extérieures démontrent être de même nature que
e *Péreta*. Les alentours des terrains traversés par les
ts du gaz se recouvrent d'efflorescences salines, ainsi que
ıâtements de soufre. La fuite de la mofette s'opère avec
ment de chaleur, comme on peut s'en convaincre par les
s que l'on voit très distinctement s'élever du fond des
et se mêler à l'air atmosphérique en présentant ce tremu-
ıt ondulatoire que l'on remarque pendant les grandes
rs de l'été à la surface du sol ou bien au-dessus d'un bra-
es habitants de *Selvena* m'ont assuré de plus que ces va-
donnaient naissance à des nuages blanchâtres pendant
, et qu'elles ne permettaient jamais aux neiges de sé-
r dans le voisinage des lieux d'où elles émanaient.

accidents que nous venons de mentionner ne sont pas les
qui aient affecté les terrains environnants. Les argiles de
ase sont pénétrées d'une quantité si considérable de sulfate
qu'elles ont été dans le siècle dernier l'objet d'une lessi-
en grand dans une fabrique dont on aperçoit encore les
dans le lieu nommé *Edifizio*. Les vitriols de *Selvena* ri-
ent avec ceux de *Viterbe*. On voit çà et là des vestiges de
s d'où l'on retirait les argiles imprégnées de sels. Les
ui provenaient de leur lavage, après avoir pris dans des
lisposées à cet effet un degré de concentration conve-
étaient introduites dans les cristallisoirs.

e paraît évident que l'existence du vitriol au milieu des
est due à l'acide sulfurique, dont la formation par la
e nous est bien connue : cet acide, en réagissant sur les

---

lisme avec ceux d'Aix, il s'est appuyé sur la comparaison des
coquilles *marines* trouvées, suivant lui, dans les gisements de
'enco et du Piémont. Cette méprise me fait supposer que M. Sis-
ignore que les gypses d'Aix sont *exclusivement* lacustres. Les
s marines qu'il y cite appartiennent, non pas aux gypses, mais
ıx molasses, qui, parallèles à celle de la Superga, les recouvrent
cordance de stratification et n'ont rien de commun avec eux.
es arguments de ce savant professeur et l'erreur matérielle dans
e il est tombé, viennent prêter un appui de plus à mes obser-
s et justifier la légitimité des horizons que j'avais précédemment
pour les terrains tertiaires de l'Italie.

oxydes de fer dont elles sont souillées, se sera combiné avec eux, et en aura fait un sulfate. La décomposition de ce sel a donné naissance à son tour à des encroûtements ferrugineux dont on peut étudier un gisement intéressant dans le lit du torrent de la *Campana* qui descend des hauteurs de la *Vecchia* et débouche dans le ruisseau de la *Canale* au dessous de l'*Edifizio*. Ces encroûtements forment des dépôts circonscrits composés principalement de fer hydroxydé très mélangé d'argile et traversés par des réticulations de sulfate pittizzite qui contribuent à leur donner quelque consistance. L'origine de ces dépôts par voie d'incrustation est dévoilée par leur structure feuilletée et stalactique, ainsi que par la propriété qu'ils ont d'englober les cailloux et les amas de galets sur lesquels ils reposent. Les eaux qui les traversent se chargent d'oxyde de fer et colorent en rouge jusqu'à une très grande distance les corps qu'elles mouillent. On observe, intercalés au milieu de ces magmas concrétionnés, des veines et des rognons d'une substance gélatineuse et opaline qui, lorsqu'elle est imbibée d'eau, a la propriété de se pétrir sous les doigts en une pâte onctueuse. Au premier moment, je la considérai comme une opale analogue à celles que M. Beudant recueillit en Hongrie. Un échantillon que j'ai conservé, après avoir perdu en partie l'eau dont il était pénétré, s'est durci dans ma collection et s'est gercé dans divers sens. Sa cassure était conchoïde et sa couleur assez semblable à celle de certaines variétés de savon bleu. Il est translucide sur les bords et se laisse râcler facilement par une lame de canif en donnant une poussière très onctueuse. Il est attaquable par les acides sans effervescence, et sa dissolution abandonne, par l'hydrocyanate ferrugineux de potasse, un précipité bleu verdâtre. Cette substance, en un mot, se rapporte exactement au signalement de la *Pissophane* de M. Breithaupt qui, ainsi que l'a pensé M. Dufrénoy, serait le produit de la décomposition du sulfate d'alumine et du sulfate de fer.

Outre ces diverses substances métamorphiques, on observe aussi sur d'autres points rapprochés du foyer d'émanation des altérations qui s'annoncent par des changements dans la texture et dans la coloration des roches; mais les plus énergiques sont, sans contredit, celles qui ont amené la conversion des calcaires en sulfate de chaux et provoqué au sein des argiles la formation du sulfate de fer. A 2,000 mètres environ des soufrières, dans la direction du nord, entre le groupe d'habitations désignées

par le nom de *Borghetto* et la *Canale*, il existe un gisement puissant de pierre à plâtre formé aux dépens des couches calcaires qui s'observent de part et d'autre sur le prolongement du dépôt gypseux et le recouvrent sur quelques points. Ce dépôt, bien que circonscrit dans un périmètre peu étendu, donne lieu à une exploitation qui suffit aux besoins des populations voisines.

Les détails précédents et les faits qu'ils expriment auront suffi déjà pour dévoiler la ressemblance frappante de la solfatare de *Selvena* avec celle de *Péreta*; mais ces rapports sont complétés par la présence à *Selvena* d'un filon antimonifère, lequel, concurremment avec d'autres masses quartzeuses et éruptives, paraît avoir été la cause des dislocations récentes du sol et avoir ouvert entre l'atmosphère et le foyer des actions volcaniques les communications que nous avons signalées.

Ce filon se trouve en face des puits des soufrières sur la rive gauche de la *Canale*, à la base du versant dit les *Cavette*. On est conduit sur le gîte même par des traînées de blocs anguleux de silex noirâtre, dont quelques uns portent dans les rides qui les sillonnent dans tous les sens l'empreinte des baguettes d'antimoine sulfuré que les injures du temps ont détruites. Aux *Cavette* on remarque un plus grand nombre de ces blocs accumulés autour de quelques dépressions qu'on nous désigna comme des vestiges d'excavations anciennes. L'étude du quartz filonien nous convainquit que les éléments du filon de *Selvena* étaient identiques à ceux de *Péreta*; que, de plus, ils s'étaient fait jour à travers le même terrain, et qu'ils avaient provoqué la manifestation de phénomènes d'un même ordre qui, pour s'être développés sur des proportions moins gigantesques, n'accusent pas moins le concours de causes analogues et contemporaines.

En remontant le torrent de la *Canale*, on est souvent arrêté par de grands dykes de quartz qui se dressent sous forme de barrages ou de murailles démantelées au dessus de l'alberèse. On en retrouve des indices sur plusieurs autres points, et principalement dans le voisinage de *Borghetto* où un de ces dykes se dirige sensiblement du nord au sud comme le filon de *Péreta*, et coupe les couches sur un angle de 60° environ.

Ces quartz sont pénétrés de quelques cristaux de sulfure de fer et de cuivre pyriteux; ils sont sujets à se désagréger, surtout lorsqu'ils ont reçu les atteintes de la mofette. Ils se convertissent alors en un sable friable coloré par de l'oxyde de fer, qui masque jusqu'à une profondeur assez grande leurs caractères

primitifs. On observe, engagés au milieu de ces sables, des blocs arrondis qui représentent les portions, qu'une cohésion plus grande a préservées de la désagrégation. Ce sont ces mêmes blocs qui, se détachant par leur propre poids des hauteurs dominantes, roulent dans les lits des torrents et pourraient suggérer l'idée de masses erratiques, si le lieu de leur provenance et le mode de leur formation ne livraient sur place même le secret de leur origine. Bien que la concentration des quartz éruptifs s'observe dans la portion du territoire de *Selvena* comprise entre l'église et la *Canale*, quelques filons se ramifient dans l'intérieur de la montagne et se montrent parfois dans les flancs des vallées. Ainsi, dans le monticule dit *il Poggettino alla Volpe*, distant de trois milles de *Selvena* et vers le faîte de la chaîne qui sépare les eaux des vallées de la *Fiora* et de la *Paglia*, nous avons découvert un filon de calcédoine verdâtre d'une très grande ténacité pénétré de cuivre pyriteux et de cuivre carbonaté.

Dans le siècle précédent, on avait exploité, sous la direction d'Arduino, à l'origine de la *Canale*, une mine de mercure dans laquelle ce métal se trouvait à l'état de sulfure et à l'état natif. Comme les travaux sont complétement ruinés, il nous a été impossible de nous renseigner sur les allures du filon. Comme celui d'antimoine, il gît dans le terrain crétacé et il se rattache probablement à l'émission des masses quartzeuses que nous avons signalées et dont ces deux gîtes métallifères ne seraient qu'un épisode.

§ 3. *Alunières de Campiglia, de Montioni et de la Tolfa.*

Si l'étude de ce qui se passe à *Péreta* a pu nous dévoiler la nature des agents employés pour la conversion des calcaires en sulfate de chaux, pour la régénération de la silice et pour la production des phénomènes que nous avons décrits, l'origine des alunières est enveloppée de plus d'obscurité. Cependant le secret de cette origine est trahi par l'induction et par la comparaison des effets qui se reproduisent aujourd'hui dans les solfatares, bien que les laboratoires d'activité incessante que l'on remarque dans ces dernières aient à peu près disparu dans les alunières; car leur influence expirante consiste en quelques sources thermales qui sourdent dans le voisinage et qui semblent exister là tout exprès pour soulever le voile qui couvre les mystères d'une transformation opérée sous des conditions

nous n'avons pas le pouvoir de reproduire; mais leur posi- au milieu de couches sédimentaires dont les caractères naux n'ont été changés que sur les points mêmes où on rve la pierre d'alun, indique suffisamment que cette sub- ce minérale n'est qu'un produit épigénique dû à la réaction 'acide sulfurique sur des roches qui contenaient déjà les : autres principes constituants de l'*alunite*, c'est-à-dire mine et la potasse.

es alunières les plus fameuses de la Toscane sont sans con- it celles de *Campiglia* et de *Montioni*. Les premières, ex- tées du temps de la république de Florence, sont délaissées ais bien des années; celles de *Montioni*, placées dans leur inage, dans l'ancienne principauté de *Piombino*, occupent re une vingtaine d'ouvriers pendant sept mois de l'année. s la concurrence des aluns de la *Tolfa* et la fabrication des s artificiels ont influé d'une manière fâcheuse sur la prospé- de cet établissement. Dans les environs de *Monte-Rotondo*, N.-E. de *Campiglia* et dans le district métallifère de l'*Ac-*, on a bien découvert quelques dépôts alunifères; mais ils t jamais été l'objet de recherches sérieuses. Dans ce travail s nous bornerons à décrire les gisements de *Campiglia* et de *ntioni* auxquels nous comparerons le fameux gisement de la *fa*, dans les États du pape.

es alunières de *Campiglia* et de *Montioni* reposent au mi- du terrain jurassique. MM. Savi et Burat les avaient bien ées dans le terrain à *Fucoïdes Targioni*; mais cette er- dépend de la confusion qui existait dans la classification des ains secondaires, à l'époque où ces deux géologues ont publié s premiers écrits. On considérait alors comme crétacés les aires rouges qui, ainsi que leurs analogues du lac de Côme, erment les *ammonites Walcotii*, *Bucklandi*, *obtusus*, etc., nme crétacés aussi les schistes bariolés qui, au-dessus de calcaires, forment un étage très puissant et concordant. Les nts qui ont traité récemment de l'âge de ces terrains sont urd'hui généralement d'accord pour faire des uns et des es un membre de la formation jurassique (1). Comme la ussion rigoureuse des divers étages ne se rattacherait à notre ail que d'une manière accessoire, nous nous bornerons à

---

1) Voyez mon *Memoire sur les terrains stratifiés de la Toscane*. *lletin*, 2e série, t. III.)

reconnaître simplement comme jurassiques les schistes qui ont fourni les premiers matériaux de la pierre d'alun.

Le *Campiglièse* forme au nord du promontoire de *Piombino* un groupe montagneux remarquable par son indépendance et par les nombreux filons métallifères qui en sillonnent les flancs. Ces filons composent avec quelques dykes de granite et de porphyre une série d'accidents éruptifs dont la manifestation a singulièrement modifié le relief de cette contrée classique. A part la formation des schistes cristallins que l'on ne voit affluer nulle part, le *Campiglièse* montre la succession complète des terrains stratifiés qui se sont développés en Toscane. Le plus ancien est composé d'un système puissant de marbres blancs qui forme du sud au nord le grand axe du groupe sur lequel viennent s'appuyer les couches du terrain jurassique. Ce dernier consiste en un calcaire rouge avec ammonites liasiques, en des schistes bariolés et en un puissant dépôt de calcaire lithographique désigné par le nom de *majolica*. La composition des schistes est assez uniforme, surtout quand on la considère dans son ensemble. Ce sont des roches feuilletées très argileuses, à cassure terreuse, se convertissant dans l'eau en une pâte tenace d'un blanc grisâtre. Parfois elles sont satinées et passent à une phyllade analogue à celles de transition. Les régions occupées par cet étage présentent des dépressions et des contours émoussés, tandis que les montagnes formées par les marbres et par les calcaires sont caractérisées par des escarpements plus hardis et par une physionomie plus âpre.

Comme on le voit, rien ne serait plus simple que la composition générale des schistes bariolés, si elle ne se renfermait dans les limites de variations que nous venons d'indiquer; mais ils admettent à divers niveaux des schistes coticulaires et des schistes siliceux qui alternent avec eux et en forment un des accidents les plus curieux. Les schistes coticulaires s'observent principalement dans le voisinage de la *Cisterna*, au-dessous de *Campiglia*, où ils constituent un affleurement de quelques mètres de puissance, qui suffit pour donner une idée de leur association et de leur alternance avec les schistes ordinaires. Leur couleur varie du jaune obscur au noirâtre. Leurs couches sont généralement plus épaisses, plus régulières et mieux définies que celles des masses concomitantes; aussi l'ensemble revêt-il une structure rubanée qui est un de ses caractères les plus apparents.

Les schistes siliceux sont encore plus abondants que les précédents. On peut en étudier des dépôts très puissants au-dessus

e l'escarpement de la Grande Cave au N. de *Campiglia*, dans sentier qui conduit à *Monte Calvino*, et les suivre de là presque sans interruption jusqu'à la *Sasseta* où ils disparaissent, nsi que les autres termes de la formation jurassique sous le rrain à fucoïdes qui les recouvre en discordance de stratification. Mais sur le revers occidental de *Monte Calvi*, c'est-à-dire ur la portion de la montagne où les couches reposent inclinées ans un sens opposé, les schistes siliceux se montrent de nouveau vers la carrière de marbre de la *Gherardesca*, dans le allon *del Giardino*, à *Campo alle Bucche*, à la base du *Monte alerio* au milieu même des alunières. Ils s'infléchissent dans vallon de *Romanello* qu'ils traversent dans le sentier qui onduit à *Caldana*, et viennent former à l'E. du lac le montiule sur lequel est bâtie la chapelle ruinée de *Santa Lucia*. ette disposition circulaire, qui est pareillement celle du calaire ammonitifère, tient au soulèvement de *Monte Calvi*, lequel ortant la formation du calcaire saccaroïde au niveau dominant à nous le voyons aujourd'hui, assujettit en même temps les alcaires jurassiques à un écartement considérable et les obligea former autour de l'axe culminant une ceinture non interompue.

Ajoutons que les schistes siliceux reparaissent dans les mêmes elations sur plusieurs autres points de la Toscane, et notamment *Monte Rotondo*, à *Montieri*, à *Caldana de Ravi*, à *Volterrajo* le d'Elbe), au golfe de la *Spezzia*, etc. Ils sont généralement olorés en rouge et leur composition est exactement celle du aspe commun. La cassure est conchoïde dans le sens de la direction des couches. Ils sont traversés par de nombreuses veines e quartz blanc laiteux ou hyalin, qui sont circonscrites dans s strates au milieu desquels on les remarque, ou bien qui emplissent les fissures de la roche et pénètrent dans plueurs couches à la fois. On serait tenté de les considérer comme e vrais filons, si leur abondance, leur croisement sous des anes de toute valeur et leur brusque interruption n'indiquaient ne précipitation analogue à celle qui a rempli de veines spaiques certains calcaires secondaires. En effet, si ces réticulaons provenaient d'une injection siliceuse postérieure au dépôt es schistes, on les verrait se poursuivre jusque dans les calcaires ouges inférieurs, ce qui ne s'observe jamais. On peut donc les onsidérer comme contemporaines des couches qui les recèlent. est plus difficile de se rendre compte de la silicification de s schistes dont la régularité est si parfaite, que chaque strate,

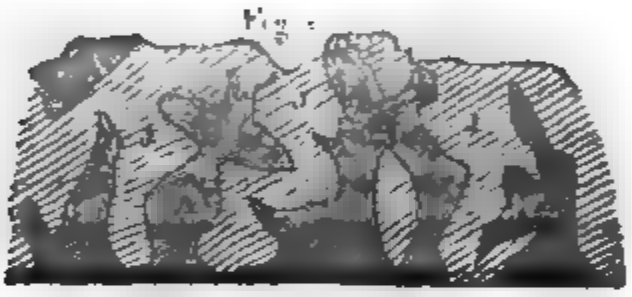
quelque mince qu'il soit, conserve des caractères uniformes dans tout son prolongement, et qu'on aperçoit de nombreuses alternances entre des schistes argileux et des schistes siliceux, sans que les uns passent aux autres. Cette disposition nous oblige donc à reconnaître l'intervention plusieurs fois répétée de précipitations siliceuses qui se seront stratifiées à la manière des calcaires et des gypses tertiaires; car, dans les régions que nous décrivons, on ne peut considérer les calcaires rouges et les schistes qu'ils supportent comme un terrain métamorphique, puisqu'ils renferment un très grand nombre de fossiles parfaitement conservés. Or, si la silicification eût été un fait postérieur à l'acte de la sédimentation, nous concevrions comment une portion aurait pu être convertie en schiste siliceux, mais nous ne pourrions jamais expliquer, à l'aide de cette conjecture, leur alternance avec des schistes qui n'ont subi aucun changement. On comprendrait encore moins le mécanisme d'une modification qui aurait dû s'exercer dans un sens horizontal et à des niveaux différents avec un discernement tel que l'injection aurait suivi la même couche sur un parcours de plusieurs lieues, sans jamais s'extravaser, de la même manière qu'une injection anatomique poursuit un vaisseau artériel jusque dans ses dernières ramifications. L'intervention d'une cause métamorphique étant repoussée par l'ensemble des caractères d'un terrain qui se montre avec son *faciès* originaire, il nous semble plus rationnel d'admettre que la silicification des schistes du *Campiglièse* est le résultat d'une précipitation chimique dont la nature ne nous est pas parfaitement connue, que de recourir à une hypothèse qui serait en flagrante opposition avec les faits recueillis.

On peut même dire que les couches siliceuses dues à une précipitation directe ne sont pas rares dans la nature; on en retrouve des exemples dans certaines régions du Var occupées par les grès bigarrés et surtout dans les grès lustrés tertiaires. Je me rappelle avoir observé dans les environs de Gargas, près d'Apt, des grès dont les grains étaient retenus par une pâte siliceuse si abondante que la silice en excès se détachait dans la masse en grosses veines amorphes et cristallines.

Les alunières de *Campiglia* gisent sur le flanc occidental de la montagne de l'*Aquaviva*, au milieu de la forêt *Marucci* et précisément dans la formation des schistes bariolés superposés aux calcaires rouges ammonitifères. On y arrive par une large tranchée ouverte dans le roc. Cette tranchée mettait en communication les chantiers d'extraction avec les fourneaux de

nt de cristallisation que l'on avait placés à quelque le la route *Emilia*. L'excavation a été pratiquée à t. Aussi se trouve-t-on engagé au milieu de grands e forme irrégulière dominés dans tout leur pour. ur carpements taillés à pic, qui en défendent l'abordes, nt d'accessible que l'échancrure qui a été ménagée emin de roulement.

étant dans ces cirques, on est frappé par l'aspect volca- présentent les roches dont ils sont composés. L'état tion et la blancheur de la pierre d'alun, la rubéfac- portions des schistes qui n'ont point été convertis en t qui serpentent en réticulations capricieuses, établis- ontraste de couleurs tellement tranché qu'on peut l'œil la marche adoptée par l'élément modificateur.



JJ. Schistes jurassiques.
AA. Schistes convertis en alunite.

elon la nature et la composition de la roche, transfor- lunite les couches susceptibles de se combiner avec lfurique, respectait les schistes siliceux qui n'avaient ase à céder et changeait en un vrai tripoli certains ui, par suite de la torréfaction à laquelle ils furent appent à la langue, et sont devenus cassants et rubigi- si la pierre d'alun, au lieu de former des couches ou ies régulières, se trouve plutôt engagée en rognons et tortueux au milieu des masses calcinées. Cette dispo- ige de suivre à la trace la pierre minérale et d'enlever temps une quantité énorme de déblais qui encombrent nt les chantiers. Pour parer à cet inconvénient, on pra- s les régions les plus riches des chambres immenses voûtes finissent par s'écrouler, en donnant lieu à des nts dangereux sur lesquels il devient souvent impos- evenir.

te se distingue par sa couleur blanche un peu matte, reté et par sa cassure esquilleuse qui permet rarement rer des échantillons réguliers. Les morceaux fraîche-

ment extraits de la carrière présentent un aspect finement saccharoïde qu'ils perdent par leur exposition à l'air. Cette texture tient vraisemblablement à la quantité d'eau hygrométrique qu'ils retiennent. Une fois desséchés, ils ressemblent exactement au pétunzé passant à l'état de kaolin, mais conservant encore la solidité du feldspath.

Ce qu'il y a de remarquable, c'est que l'alunite, lorsqu'elle est riche en alun, forme au milieu des schistes des rognons d'un volume quelquefois très considérable, dans lesquels toute trace de stratification a disparu, tandis que, lorsqu'elle est mélangée avec beaucoup de schistes peu alunifères, elle s'exfolie avec facilité et elle conserve encore une grande partie de ses premiers caractères. La disposition en rognons compactes indique que les molécules, au moment de leur combinaison avec l'acide sulfurique, ont obéi à un jeu d'affinité qui leur a permis de s'agrouper entre elles et de cristalliser sous une forme nouvelle. Cette vérité ressort d'une manière plus frappante encore dans les variétés cristallisées et stratoïdes de la *Tolfa* que l'on voit former au milieu des schistes métamorphiques et des schistes siliceux des encroûtements stalactitiques. Lorsque, au contraire, l'acide sulfurique n'a rencontré que des schistes peu propres à la formation de la pierre d'alun, il n'a réagi que sur les parties que leur composition rendait propres à former ce double sel.

La physionomie des alunières et le mode inégal avec lequel l'alunite s'y trouve distribuée correspondent bien à l'idée que l'on se fait des causes qui les ont produites. Elles représentent évidemment des portions de terrains traversées par des courants de vapeurs sulfureuses qui, en réagissant sur les roches soumises à leur passage, se combinaient avec elles, suivant la nature de leurs principes constituants, se bornaient à les blanchir, ou bien les respectaient dans toute leur intégrité, lorsque leurs éléments ne se prêtaient à aucune transformation. Voilà pourquoi aussi on observe, sur les points où les réactions ont été le plus énergiques, un magma bréchiforme avec mélange de toute espèce de produits.

Par quel mode s'est opérée la conversion des schistes jurassiques en alunite? L'acide sulfurique a-t-il réagi à l'état d'acide sulfurique formé de toutes pièces, ou bien a-t-il été produit par la décomposition du gaz sulfhydrique, comme on le remarque encore aujourd'hui dans les solfatares de *Pouzzoles* et de *Péreta*, ainsi que dans les Lagoni? Ce sont des questions qu'il est difficile de résoudre; mais le fait de la transmutation

les agents sulfureux est incontestable. Nous verrons plus
quelles causes il nous paraît raisonnable d'attribuer l'in-
ation de cet agent.

composition de l'alunite nous indique suffisamment que
histes de *Campiglia* renferment de l'alumine et de la po-
(1). Mais comme les schistes sont des silicates, ils doivent
contenir de la silice en proportions notables, et cette silice
se trouver mélangée mécaniquement à la pierre d'alun.
fet, l'alunite de *Campiglia* se dissout avec le sel de phos-
y, en laissant pour résidu une quantité considérable de
demi-transparente.

nalyse (2) que Klaproth a faite de l'alunite de la *Tolfa* qui
uve dans les mêmes conditions géologiques que celles de
piglia et de *Montioni*, a fourni les résultats suivants :

Silice	56,50	100
Alumine	19,00	
Acide sulfurique	16,50	
Potasse	4,00	
Eau	4,00	

uquelin avait trouvé :

Alumine	43,92	100
Silice	24,00	
Acide sulfurique	25,00	
Potasse	3,08	
Eau	4,00	

Berthier a retiré de l'alunite de Beregszasch en Hon-
3) :

Alumine	26,00	98,80
Potasse	7,30	
Acide sulfurique	27,00	
Eau	8,20	
Quartz	26,30	
Oxyde de fer	4,00	

Les schistes argileux jurassiques du *Campigliese*, calcinés dans
buset et soumis aux attaques de l'acide sulfurique, donnent des
ux octaédriques d'alun, qui ne diffèrent des aluns de Montioni
ar la quantité de sulfate de fer qu'ils contiennent.

Journal général de chimie, Berlin, t. VI ; et *Journal des mines*,
X, p. 479.

M. Dufrénoy, *Traité de minéralogie*, t. II, p. 369

Descotils, à qui nous devons l'analyse suivante de l'alunite de *Montioni*, n'a tenu nul compte de la silice, parce qu'il l'aura considérée comme s'y trouvant en mélange mécanique :

Acide sulfurique. . .	35,06	100
Alumine.	40,00	
Potasse.	13,08	
Eau.	10,06	

Les analyses précédentes, je veux parler surtout des deux premières, nous dévoilent la vraie composition des schistes jurassiques qui ont servi à la formation de l'alunite, et démontrent qu'ils constituent des silicates d'alumine et de potasse. Les différences qu'elles présentent, ainsi que le fait observer Klaproth, sous le rapport de la quantité respective des parties constituantes, vient sans doute d'une différence dans la composition même des échantillons. On conçoit, en effet, la difficulté d'arriver à une formule rigoureuse dans l'analyse des pierres d'alun qui doivent présenter des variations très nombreuses, puisque l'on voit à *Montioni* et à la *Tolfa* des alunites qui donnent de l'alun avec une grande abondance et d'autres dont on ne peut pas en tirer.

Outre les principaux gisements qui se rencontrent dans la forêt *Marucci*, au-dessous de l'*Aquaviva*, on en observe d'autres dans le prolongement des schistes rouges qui recoupent la route *Emilia*, dans la direction de la localité dite les *Allumières*. On désignait par ce nom l'emplacement où était grillée la pierre d'alun. On y voit encore les vestiges des anciens fours, ainsi que des résidus que l'on utilise comme pouzzolane. Ils se composent des portions de schistes qui, mêlées avec l'alunite, n'ont pu se dissoudre après les opérations du grillage.

Les détails qui précèdent réduisent la description des alunières de *Montioni* à une simple désignation de localité; car elles se trouvent dans le même étage géologique et dans la même position qu'à *Campiglia*.

Montioni Vecchio est assis sur un groupe montagneux appartenant à la formation jurassique. On y aperçoit les deux étages dominants qui la caractérisent dans la partie centrale de l'Italie, c'est-à-dire les calcaires rouges ammonitifères et les schistes bariolés et siliceux qui leur sont superposés. C'est dans ces derniers que sont ouvertes les excavations de la pierre d'alun. Les premiers travaux remontent au XIVe siècle. Comme à *Campi-*

lia, l'alunite s'y montre en puissants bancs irréguliers subordonnés aux schistes, concentrés principalement sur les flancs de la montagne qui verse ses eaux dans le vallon de la *Pecora*. On y remarque les schistes siliceux qui sont restés parfaitement intacts au milieu des schistes *alunifiés*. Ils sont nommés *Antimonio* par les ouvriers. Cette dénomination leur a été donnée à cause de leur ressemblance, du moins sous le rapport de la dureté, avec les gangues quartzeuses du filon d'antimoine de *Péreta*.

Montioni n'est guère éloigné de *Campiglia* que de sept milles environ, il constitue sur la rive gauche de la *Cornia* un petit îlot jurassique qui est presque immédiatement étouffé par la formation crétacée; mais l'indépendance de ces deux terrains n'est pas exprimée moins clairement dans cette localité qu'elle ne l'est dans la *Campiglièse* et ailleurs. C'est donc à tort que l'on a introduit les alunites dans les schistes de l'alberèse.

Il existe entre les carrières et les établissements royaux une source sulfureuse thermale dont la présence au pied même de l'escarpement jurassique, et dans les fissures par lesquelles s'échappaient autrefois les vapeurs acides, semble indiquer encore la nature des agents mis anciennement en jeu pour la formation de la pierre d'alun.

Sous le gouvernement de *Bacciocchi* et de la princesse *Elisa*, *Montioni* avait acquis une importance que les événements politiques qui éclatèrent plus tard et que l'*Aria Cattiva*, contre laquelle il est difficile de lutter dans les Maremmes, lui ont rapidement enlevée. Le gouvernement toscan, après avoir accordé des concessions temporaires à plusieurs sociétés qui ont ruiné les alunières, les exploite pour son propre compte. Les travaux n'en sont pas plus réguliers pour cela, et le moment n'est pas éloigné où on sera obligé de renoncer à une entreprise menacée si sérieusement dans son avenir.

La position et les caractères des alunières nous étant bien connus par les faits déjà exposés, recherchons la cause à laquelle il est rationnel d'en attribuer l'origine. Nous avons vu, en traitant des solfatares de *Péreta* et de *Selvena*, la part que les filons quartzeux et antimonifères avaient eue dans la production des phénomènes énergiques qui s'y manifestent encore aujourd'hui. Les alunières de *Campiglia* et de *Montioni*, à leur tour, se trouvent placées dans des rapports de dépendance tellement étroits avec de puissants filons métalliques, qu'il est impossible de ne pas voir en eux la cause qui a déterminé les dernières

fractures du sol par lesquelles se seront fait jour les vapeurs sulfureuses.

Ces filons consistent en des amas puissants de fer hydroxydé dont le *Monte Valerio*, qui se dresse à 200 mètres à l'ouest des alunières, montre de nombreux affleurements. Ils se ramifient dans les montagnes contiguës, et notamment dans le *Campo alle Bucche* où les exploitations pratiquées par les anciens peuples sont indiquées par un nombre infini de puits. A *Monte Valerio* le filon de fer est intercalé entre les schistes siliceux rouges et les calcaires inférieurs. C'est pareillement entre ces deux étages que l'on observe les filons de *Campo alle Bucche*. Il est facile de démontrer que tous ces gîtes métallifères, auxquels nous pourrions ajouter les dykes amphiboleux de *Monte Calvi*, sont postérieurs au terrain crétacé, et que par conséquent leur éruption date d'une époque très voisine de la période tertiaire.

Mais il existe à côté de ces filons éruptifs des roches plus franchement plutoniques, à l'apparition desquelles on serait tenté, à la première réflexion, d'attribuer l'origine des alunières. Ces roches consistent en des produits feldspathiques qui revêtent successivement, et quelquefois dans un même gisement, les caractères des granites, des pegmatites, des porphyres et des trachytes; et c'est justement l'aspect vitreux de quelques unes d'entre elles qui les a fait considérer par MM. Savi et Pareto comme de vrais trachytes. Leur type est nettement exprimé dans le *Campiglièse*, dans la vallée *del Giardino*, au N.-E. de *San-Vincenzo*, à *Donoratico*, à *Gavorrano*, à *Rocca Tederighi* et au *Monte Amiata*; mais la grande quantité de quartz qu'ils retiennent et leur association ou, pour mieux dire, leur mélange à *Gavorrano* avec un granite tourmalinifère, ne peut laisser aucun doute sur leur contemporanéité avec les granites récents de l'île d'Elbe. C'est aussi l'opinion de M. Savi qui reconnaît que *Gavorrano* repose à l'occident sur le calcaire et à l'orient sur un granite très semblable à celui de l'île d'Elbe, c'est-à-dire de couleur grise, à petits grains, renfermant de gros cristaux de feldspath et quelques cristaux de tourmaline noire (1). Cependant le docteur Santi (2) est cité par Repetti comme le premier naturaliste qui ait signalé l'analogie de cette roche avec celle du *Monte Amiata*. L'observation de Santi est très juste; car à

(1) *Dizionario della Toscana*. — Repetti. — (Article *Gavorrano*.
(2) *Id*.

io des granites tourmalinifères traversent les mêmes vitreux dont M. Savi ne fait aucune mention dans son ais qu'ailleurs, à *Rocca Tederighi*, par exemple, il le trachyte. M. Burat (1) les désigne sous le nom de s quartzifères; mais en reconnaissant que les diverses ldsphatiques, granites, porphyres, eurites et trachytes scane passent les unes aux autres de manière à dé- qu'elles partent d'un élément commun, et que les va- le leurs caractères minéralogiques dépendent en grande s circonstances de leur éruption. La seule différence e entre les granites ordinaires et les granites vitreux es derniers la prédominance de l'élément feldspathique, bien éloigné de m'opposer à l'âge récent de ces roches, le *Campiglièse* et à *Rocca Tederighi* elles débordent ent au-dessus de l'alberèse, et à la rade de l'*Ensola* be) on voit les granites et les porphyres tourmalini- sser des ramifications dans la même formation cal- ais je m'oppose à la séparation des granites vitreux s granites porphyroïdes, parce qu'en considérant les comme des trachytes, on les fait d'un âge plus récent r attribue des phénomènes particuliers qui leur sont t communs avec ces derniers. Ou il faut voir une for- rachytique dans la formation granitique entière de la et y introduire par conséquent les pegmatites de *ièse*, les granites tourmalinifères de l'île d'Elbe et de *io*, ou bien ne voir dans les prétendus trachytes qu'une es granites de l'île d'Elbe. Comme les terrains tertiaires récents de la Toscane sont soulevés, on a considéré roche soulevante les porphyres de *Rocca Tederighi*, *Fortino*, etc., que l'on remarque au-dessous. Mais othèse ne peut être invoquée en faveur de l'opinion bue à ces roches plutoniques le rôle supposé. Par les terrains tertiaires à gypse et à lignite, ainsi que les ubapennines de la vallée de *Cecina*, reposent généra- ur des dépôts de serpentine, en offrant dans les coupes culaires à la direction des couches des lignes anticli- Quelques géologues ont été portés par cela même à r les serpentines comme l'élément dislocateur; mais en t les choses de plus près, on est bientôt ramené à des s justes, car on voit que ces mêmes terrains tertiaires

Burat, *Théorie des gîtes métallifères*, p. 192.

sont presque entièrement formés de grès et de conglomér serpentineux ; d'où l'on déduit l'antériorité des serpentines la preuve que la force qui a dérangé les terrains supportés aussi soulevé le terrain supportant. La même illusion se repr duit à *Sasso Fortino* pour les granites trachytoïdes, relativ ment aux terrains tertiaires, sans que l'on soit en droit d'argu de ce fait autre chose sinon que les uns et les autres ont disloqués à la fois, mais postérieurement à la consolidati des granites.

Les considérations précédentes ont moins pour but la di cussion des caractères minéralogiques des granites et des roch considérées comme trachytes, que de bien fixer l'âge des filo auxquels j'attribue le redressement des granites ainsi que production des solfatares et des alunières. Relativement à *Pére* et à *Selvena*, l'influence des filons antimonifères est un fait te lement lié à la manifestation des phénomènes de la *sulfatia tion*, qu'il est impossible de ne pas leur en attribuer l'origi Les filons de fer de *Gavorrano* et de l'île *del Giglio*, traversa à leur tour et les granites tourmalinifères et les granites tr chytoïdes, établissent une nouvelle production de mass éruptives qui, s'étant manifestées après l'arrivée des roch feldspathiques, rendent très bien compte des fractures récent qui auront mis directement la surface du sol en communic tion avec les émanations volcaniques. Or, les filons de fer *Campiglia*, du *Massétano*, de la *Tolfa* ne différant en rien ceux qu'on observe au milieu des granites, force sera d'admett que leur émission est postérieure aux granites, et que par co séquent il est plus rationnel de leur attribuer la production d solfatares et des alunières, qui constituent des phénomè comparativement modernes et même contemporains, que la référer à des roches plutoniques plus anciennes. Ajoute que M. Repetti, qui visita en 1822 le chantier de la *Feranson* près de *Montioni*, annonce avoir observé au milieu de la pier d'alun des filons et des veines métallifères contenant des su fures d'antimoine, de plomb, de fer et d'arsenic (1).

Alunières de la Tolfa. — Les alunières de la *Tolfa* re semblent à celles de *Montioni* et de *Campiglia*. Les mo tagnes de la *Tolfa* forment au N.-O. de *Civita Vecchia* u chaîne indépendante qui domine majestueusement, et av les contours propres au terrain jurassique de la Toscane,

(1) *Dizionario della Toscana.* — Article *Montioni.*

ampagne de Rome, composée en général de tufs volcaniques. On peut les considérer comme le prolongement et la terminaison de la chaîne métallifère de *Montauto*, malgré l'interruption qu'elle subit entre *Montalto* et *Corneto*.

Depuis Civita-Vecchia jusqu'aux alunières et au village de la *Tolfa*, on n'abandonne pas un seul instant les terrains secondaires. On rencontre d'abord l'alberèse qui dessine les premiers essauts montueux jusqu'aux bains ruinés de Trajan, situés à deux milles de la ville : affleurent ensuite les calcaires rouges ammonitifères avec leurs schistes bariolés superposés. Ils sont bien recouverts sur une foule de points par le terrain crétacé; mais leur prédominance dans cette chaîne et leur complète indépendance sont des faits incontestables dont la reproduction s'observe à chaque pas. A 500 mètres environ du village des *Alluvières*, on rencontre au milieu de l'alberèse de gros filons quartzeux dans lesquels on recueille des cristaux de quartz et de la baryte sulfatée tabulaire. La barytine et la fluorine sont les gangues d'un filon de plomb à *Cibona*. Ces masses sont presque en contact avec des roches feldspathiques altérées par les atteintes des vapeurs sulfureuses : aussi lit-on très mal leur composition. Cependant il est facile de reconnaître dans les fragments les moins altérés des cristaux de feldspath passés à l'état d'alunite, ainsi que des noyaux de quartz disséminés d'une manière assez régulière au milieu de la pâte. Ces roches feldspathiques, autant que j'ai pu en juger d'après ces caractères, m'ont paru être les mêmes que les porphyres quartzifères et les granites vitreux de *Gavorrano*, du *Campigliese* et de *Rocca Tederighi*. M. Paréto, à qui la science est redevable d'un excellent travail sur les terrains compris entre Rome et *Monte Amiata* (1), les considère comme des trachytes et admet leur analogie avec les granites des localités précitées : elles reparaissent sur plusieurs autres points des montagnes de la *Tolfa*, et notamment au milieu de la nouvelle carrière *Torti* où elles sont profondément altérées et converties en une pierre d'alun fort impure.

A celui qui n'est point préparé à l'étude des terrains alunifères, les alunières de la *Tolfa* présentent des difficultés sérieuses qui l'obligent à en juger plutôt par analogie que d'après

(1) *Osservazioni geologiche del Monte Amiata a Roma.* — Rome, 1844.

la nature des terrains composants. On n'y aperçoit, en effet, que des masses argileuses blanchâtres mêlées à des couches de quartz; mais le tout dans un tel état de confusion qu'il n'est pas aisé de reconnaître leurs véritables rapports. Aussi beaucoup d'observateurs recommandables ont considéré les alunières de la *Tolfa* comme une dépendance des tufs trachytiques. Or, nous pouvons assurer que les tufs n'existent sur aucun point de cette chaîne, et nous démontrerons incessamment qu'elles appartiennent à l'étage des schistes bariolés de la formation jurassique. C'est au surplus ce qu'avait pressenti M. Paréto, lorsque dans son Mémoire déjà cité, page 8, il annonce que la montagne de la *Tolfa* est généralement formée du terrain crétacé (*alberèse* et *macigno*), souvent profondément modifié, à moins, ajoute-t-il, qu'il n'y existe quelque ilot ou quelque masse peu reconnaissable de calcaire jurassique et de *verrucano* dans le voisinage de *Cibona* et des mines de plomb argentifère. Ce savant mentionne en outre les *galestri* qui se rencontrent fréquemment sur la route de *Civita-Vecchia*, et ces galestri ne sont autre chose que les schistes superposés aux calcaires ammonitifères.

Les embarras que l'on éprouve pour bien distinguer la succession du terrain dans les régions blanchies des alunières disparaissent quand on l'étudie en dehors des points métamorphiques, dans les contreforts méridionaux, par exemple. Depuis le village des *Alunières* jusqu'à la bifurcation du sentier des *Vallons* et de la route de Civita-Vecchia, on marche sur des roches feldspathiques décomposées et sur les couches de l'alberèse. Ces dernières disparaissent vers le ruisseau qui coule dans le fond de la vallée. En remontant la pente opposée, on rencontre, en face à peu près du filon de plomb de *Cibona*, un système puissant de schistes jaunâtres et rougeâtres satinés alternant avec des schistes siliceux ondulés, et reposant sur une formation calcaire très développée dont une portion se détache en promontoire saillant au N.-E. de la mine de plomb. Ce sont justement ces schistes qui gisent intacts en dehors des centres *alunitisés* que M. Paréto a considérés comme étant du *verrucano*. Les calcaires inférieurs sont ammonitifères; car j'ai observé la coupe transversale d'une ammonite dans un bloc grossièrement poli que l'on avait retiré des environs de *Cibona*. Nous retrouvons donc ici la même succession de couches que l'on remarque dans les alunières de *Montioni* et de *Campiglia*, et c'est dans le prolongement de ces schistes, dont la puissance

est donnée par les travaux gigantesques que l'on y a exécutés, que sont ouvertes les excavations de la pierre d'alun.

Les filons de fer, que nous avons vus si abondants dans les Maremmes toscanes, reparaissent dans les montagnes de la *Tolfa* sur une foule de points, et au milieu même des schistes alunifères. La carrière *Torti* indique les rapports de ces filons éruptifs avec les roches feldspathiques et les portions du terrain jurassique modifiées. En se rendant des *Alunières* à cette car-

Fig. 5.

JJ. Schistes jurassiques.
A. Alunites.
G. Roches granitoïdes.
F. Filons de fer.

rière, on traverse un système très développé de schistes et d'argiles blanches, mélangées de couches siliceuses et sillonnées par de puissants filons de quartz, le plus souvent ferrifères, qui s'insinuent dans les masses tendres et les dominent quelquefois sous forme de grandes murailles démantelées. Un de ces dykes est surtout remarquable par la hardiesse de ses contours. On l'observe au-dessus du *Fosso sbroccato* qui coule à la base de la carrière *Torti*, et il reparaît, mais moins développé, au sud de cette même carrière, débordant sur un mamelon de roche feldspathique presque méconnaissable à cause de l'altération profonde qui en a dénaturé les éléments. Il est digne de remarque que la postériorité des fers concorde encore, dans cette contrée, avec l'ensemble des faits observés en Toscane, et justifie l'opinion qui nous porte à considérer les gîtes métallifères, et non les granites, comme les véritables roches éruptives auxquelles on doit rapporter la transformation des schistes jurassiques en alunite.

Bien que notre sentiment, relativement à la cause de cette transformation, diffère un peu de celui de M. Paréto, nous devons néanmoins reconnaître que ce géologue avait parfaitement observé l'indépendance qui semble exister entre les masses d'alunite et les masses feldspathiques. Voici comment il s'exprime à ce sujet (*loco citato*, page 27) : « Bien qu'il soit difficile de » comprendre le procédé employé, cependant il paraît évident » qu'on doit attribuer à l'action des filons trachytiques l'alté- » ration qui a engendré la pierre d'alun. En effet, il semble

» que les filons et les masses d'alunite soient plus abondants » dans certaines roches secondaires (*verrucano* et *macigno*) » que dans les trachytes eux-mêmes; mais, malgré cela, on » ne peut pas nier que la masse trachytique ne soit voisine, et » que les petits filons d'alunite ne *semblent* partir des tra- » chytes pour s'anastomoser avec cette roche en partie siliceuse » que l'on observe dans les carrières. »

En s'appuyant sur la postériorité bien évidente des filons métallifères, par rapport aux roches feldspathiques, on sera moins étonné de l'indépendance de celles-ci avec les centres *alunitisés*, et si quelquefois elles sont décomposées et renferment quelques veines d'alunite, cette altération tient à des circonstances fortuites qui, comme à la *Tolfa*, auront amené le dégagement des vapeurs sulfureuses sur des points qu'elles occupaient. Pour bien se convaincre de la nature secondaire des alunières, il est bon d'étudier les excavations gigantesques de *Gangallandi* où le cœur même de la montagne est mis à nu par des tranchées de plus de 30 mètres de hauteur. La stratification des couches est indiquée par la direction des schistes siliceux, qui ont conservé leurs caractères originaires. Lorsqu'elle est visible dans les argiles blanchies, elle concorde constamment avec ces derniers, lesquels représentent les mêmes schistes que, dans le *Campiglièse* et à *Montioni*, nous avons vus appartenir à la formation jurassique, et qui, comme à la *Tolfa*, accompagnent les alunites.

Les alunis de Rome et de *Montioni* sont renommés dans le commerce à cause de leur pureté. En traitant des alunites de *Péreta*, nous avons dit que l'acide sulfurique réagissait sur les oxides de fer qui colorent les calcaires et les schistes et les convertissait en un sel éminemment soluble que les eaux entraînaient à mesure qu'il se formait. C'est à cette dépuration sans cesse renouvelée que les schistes alunifères doivent, à leur tour, d'être débarrassés de tout sulfate de fer. En effet, à la *Tolfa*, les eaux qui descendent des terrains métamorphosés en contiennent une certaine proportion en dissolution, et grâce à cette lessivation permanente, elles opèrent le blanchiment des argiles et le départ de tout principe ferrugineux.

Je n'abandonnerai point ce sujet sans signaler, entre la *Tolfa* et *Civita Vecchia*, et précisément à la jonction des terrains jurassique et crétacé, l'existence de sources thermales très énergiques dont la température dépasse 45°. Ne doit-on pas encore voir dans ces phénomènes thermaux la dernière manifestation,

n affaiblie sans doute, des causes premières auxquelles il est ionnel de rapporter la formation des alunières?

§ 4. *Lagoni.*

On ne saurait maîtriser ses émotions, lorsqu'on se trouve pour première fois en face d'un lagoni. Comme rien ne nous pré- e au spectacle qui vous attend, on jouit à la fois de sa sur- se et de la majesté de la scène qui se déroule devant vous. 'on se figure des montagnes crevassées laissant échapper avec sifflement particulier des masses énormes de vapeurs qui brument l'atmosphère et s'élancent en colonnes torses jusqu'à hauteur de 30 à 40 mètres; le terrain brûlant sous vos pieds menaçant de vous engloutir; l'eau des lagoni bouillonnant c fureur dans les bassins qui les retiennent et s'épanouissant gerbes comme des geysers; qu'on se représente la désolation lieux où s'accomplissent ces phénomènes incessants, et l'on aprendra les impressions profondes sous lesquelles l'âme ploie s'élève alternativement en présence de ces scènes de violence le convulsion.

es Lagoni de la Toscane n'ont d'analogues dans aucune partie monde connu. Ils constituent un phénomène géologique par- lier dont l'influence s'exerce dans un espace de 10 à 12 milles npris entre les 28° 27′ et 28° 40′ de longitude et les 43° 10′ et 15′ de latitude. Les points culminants qui relient les divers tres d'émission sont les pitons jurassiques de *Gerfalco* et de nte *Rotondo* dont le redressement semble avoir déterminé fractures des vallées environnantes, telles que la *Cecina*, la rse, le *Pasone* et la *Possera*. Les Lagoni principaux sont upés autour de ces faîtes de séparation des eaux et consti- nt des volcans d'une classe spéciale d'une prodigieuse acti- é. Les plus remarquables par leur intensité sont ceux de nte *Cerboli*, de *Castel Nuovo* dans la vallée de *Cecina*, ceux *Sasso*, de *Monte Rotondo*, du *Lago del Edifizio*, de *Lus- nano* et de *Serrazzano* dans la vallée de la *Cornia*.

Les Lagoni, pris dans un sens géologique, peuvent être défi- « émission violente de vapeurs chaudes chargées d'hydrogène ulfuré à travers les fissures du sol. » Les dénominations de *La- i*, de *Soffioni*, de *Bulicami*, de *Fumacchi*, par lesquelles les itants désignent l'ensemble des phénomènes, expriment assez reusement leurs effets et leurs caractères distinctifs. Le *La- i* est, à proprement parler, la dépression naturelle du sol or- tirement remplie d'eau, de laquelle s'élancent les vapeurs brû-

lantes; les *bulicami* indiquent le bouillonnement de l'eau dans les lagoni, et les *Fumacchi* ou *Soffioni* représentent les soufflards, les fumerolles et les jets de vapeurs qui s'échappent des crevasses du terrain dans toutes les directions, sans passer par les Lagoni, en produisant un sifflement analogue à celui d'une machine soufflante de haut fourneau. Les anciens connaissaient les Lagoni de la Toscane, comme on peut le voir par un passage de sixième livre du poëme *de Rerum naturâ*, dans lequel l'auteur, en parlant du lac d'Averne, s'exprime de la sorte :

Is locus est Cumas apud Hetruscos et montes
Oppleti calidis ubi fumant fontibus aucti.

En réalité, une des propriétés caractéristiques des Lagoni du *Volterrano* est celle signalée par Lucrèce, de dégager des vapeurs dont l'intensité est en rapport avec la quantité d'eau qu'ils reçoivent. Le nom de *Monte Cerboli* (Mont de Cerbère) donné au lagoni le plus imposant respire un parfum d'antiquité dont la signification s'allie très bien avec les idées poétiques et mythologiques des premiers peuples de l'Italie.

Jusqu'au XVIIIe siècle, les Lagoni ne furent plus considérés que comme une merveille surnaturelle qui frappait plutôt les esprits d'épouvante qu'elle ne les invitait à en étudier les particularités. Sous le grand-duc Léopold Ier, le chimiste Hœfer y découvrit par l'analyse la présence de l'acide borique. Cette découverte, qui depuis a donné naissance à une grande exploitation, a doté les Lagoni d'une importance industrielle qui ne connaît peut-être pas de rivale, et a apporté aux contrées qui les possèdent une activité et un bien-être incroyables dont les heureux résultats contrastent d'une manière frappante avec l'état misérable dans lequel elles languissaient auparavant et avec l'horreur que leur spectacle inspirait. Ce qu'il y a de curieux dans leur histoire, c'est qu'avant l'exploitation de l'acide, l'odeur fétide développée par le gaz hydrogène sulfuré, la mort certaine qui attendait l'homme qui tombait dans ces bains brûlants, les dislocations du terrain occasionnées par l'apparition de nouveaux *Soffioni*, et plus que tout cela, la terreur dont la superstition les avait environnés, faisaient regarder les Lagoni comme un fléau dont on demandait la cessation par des prières publiques, tandis qu'aujourd'hui, si une cause fortuite venait à éteindre avec les *Fumacchi* la source de la prospérité commune, on ne manquerait pas de redemander au ciel un fléau qui, dans les mains habiles de M. Lardérel, est devenu, suivant l'expres-

sion de M. Bowring (1), une source de richesses plus précieuse peut-être que toutes les mines du Pérou et du Mexique, et sans contredit moins capricieuse.

Après les essais d'Hœfer, un chimiste de renom, Paul Massagni, eut le premier l'idée d'utiliser les Lagoni pour la fabrication d'un borax analogue à celui de la Chine et d'affranchir ainsi l'Europe du tribut qu'elle payait à l'Asie. Mais l'opération ne fut pas conduite avec bénéfice dans ses débuts, les eaux ne contenant, au moment de leur sortie de la terre, qu'une quantité insignifiante d'acide borique en dissolution. Un autre chimiste livournais ayant remarqué qu'une partie de l'acide était projetée au dehors du lagoni par la violence des vapeurs et qu'elle était délaissée sans profit sur les bords des cratères, et s'étant assuré de plus que les eaux étaient susceptibles de dissoudre une plus grande quantité d'acide, il chercha les moyens de les en saturer en construisant sur les pentes du terrain des lacs artificiels alimentés par les sources de la montagne. Les *Soffioni* qui traversent ces lacs maintiennent constamment les eaux à la température de l'ébullition. Lorsqu'elles ont été imprégnées par les vapeurs vingt ou trente heures dans le lac le plus élevé, on les fait descendre dans un second lac pour les soumettre à une nouvelle imprégnation. De là elles se rendent dans un troisième, et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'elles arrivent dans le récipient situé à la partie la plus inférieure. Dans ce passage à travers six ou huit lacs, elles se sont chargées d'un demi pour cent d'acide borique. On les transporte alors dans des réservoirs, d'où elles sont conduites dans des évaporatoires en plomb peu profonds pour en opérer la concentration ; afin de hâter cette opération, on a eu l'heureuse idée de substituer au combustible que l'on employait autrefois, et qui occasionnait des frais énormes, l'application directe de la chaleur des *Soffioni*. Cette innovation décida du succès de l'entreprise. Il est même assez surprenant qu'elle y ait été introduite si tard, puisque ce procédé n'était pas nouveau et que depuis longtemps il était pratiqué à la solfatare de Pouzzoles pour extraire l'alun des terres qui le renferment. Suivant Haüy (2), on enfonce les chaudières dans le sol dont la température naturelle (47 degrés) est suffisante pour opérer la cristallisation de ce sel.

Dans les Lagoni, les *Soffioni* que l'on destine à l'évaporation

(1) *Philosophy mag.* Juillet 1839.
(2) *Traité de minéralogie*, 2e édition, vol. II, p. 119.

sont captés à leur origine et portés à travers des tuyaux de plomb ou par des conduits souterrains jusque sous les chaudières. On voit par là combien le procédé de fabrication est simple, car la localité elle-même fournit les instruments de cette fabrication. Un seul de ses soufflards suffit pour mettre presque immédiatement en ébullition 20 à 30 de ces chaudières de la capacité de 20 barils qui peuvent être évalués à 84.000 livres de liquide imprégné d'acide borique. Avant de donner fuite aux vapeurs affaiblies, on les dirige sous les étuves pour débarrasser l'acide de son eau hygrométrique.

Depuis quelques années, on a simplifié le système un peu compliqué des chaudières et des cristallisoirs, en leur substituant des tables rectangulaires en plomb de 20 à 30 mètres et divisées à des intervalles très rapprochés par des ressauts transversaux parallèles, mais dont la hauteur ne s'élève jamais au niveau des rebords. On donne à ces tables une inclinaison de 2 à 3 degrés; on y introduit l'eau du dernier Lagoni par la partie supérieure et par petits filets. Les *soffioni* d'évaporationsont conduits de manière qu'ils puissent en lécher la surface inférieure. Le liquide, après avoir rempli le premier compartiment, s'épanche insensiblement dans le second, puis dans le troisième, et ainsi successivement jusque dans les derniers compartiments, où il arrive dans un état de concentration tel qu'il dépose l'acide cristallisé, que des ouvriers retirent immédiatement au moyen de râcles en bois. Cette concentration graduelle et *au pas de course* est infiniment ingénieuse et exige si peu de main d'œuvre qu'on obtient, pour ainsi dire, l'acide sans frais.

Depuis 1818 jusqu'en 1845, la quantité d'acide fabriqué a été de 33.349.097 livres toscanes (environ 11 millions de tonnes.

Depuis 1839 jusqu'en 1845, la production moyenne a été de deux millions et demi de livres.

Ainsi, en évaluant le produit à 7,500 livres par jour, la quantité d'eau saturée sur laquelle on opère journellement est de 1,500.000 livres et annuellement de 547,500,000 livres.

Cette industrie rapporte à la Toscane 12 millions de livres (16 millions de francs), et ce qu'il y a de surprenant, c'est que ces lacs soient restés improductifs pendant plusieurs siècles et qu'il ait été réservé à l'habileté de M. Lardérel, aujourd'hui comte de *Monte Cerboli*, et avant 1818 simple marchand colporteur, tout à fait étranger aux recherches scientifiques, de convertir ces vapeurs fugitives en une source inépuisable de richesses.

La violence avec laquelle s'échappent les vapeurs brûlantes onne lieu à de véritables explosions houeuses, lorsqu'on a asséhé un lac pour en verser les eaux dans un autre lac. La boue st alors projetée comme le seraient des matières solides rejfes par des volcans, et il surgit du fond du lac une foule de etits cônes d'éruption dont l'activité et le jeu rappellent exacement, sous une autre forme, les *hornitos* du Malpays. Leur mpérature varie de 120 à 145 degrés centigrades, et les nuages u'elles poussent au-dessus des Lagoni constituent de vrais baroètres naturels, dont la plus ou moins grande intensité trompe rement les prédictions qu'elles annoncent.

Si, sous le point de vue des applications industrielles, les Lagoni occupent le premier rang parmi les produits naturels de la oscane, leur étude met de nouveaux moyens à la disposition e la science qui permettent d'observer à loisir la marche de ertains phénomènes dont l'action est, pour ainsi dire, réglée ivant la volonté de l'expérimentateur. Les gypses métamorhiques que nous avons vus se produire à *Pérera* sous l'influence u gaz sulfhydrique, sont créés dans les Lagoni qui, comme eux de *Monte Cerboli* et de *Castel nuovo*, se sont fait jour travers les couches argilo-calcaires de l'albérèse, avec une bondance telle, que la marche de leur formation peut être constatée directement. L'attaque s'exerce à la fois sur les paois des fractures et des fissures du sol qui livrent un passage ux vapeurs souterraines. De là elle se propage graduellement ans l'intérieur des masses et elle finit par gypsifier des cirques ntiers dont le rayon est généralement celui des Lagoni eux-èmes. Les calcaires purs sont convertis en un sulfate de chaux mellaire, mais d'un tissu lâche et rempli d'interstices. Cette tructure tient, suivant toute vraisemblance, au gonflement u'ils éprouvent par l'addition de principes nouveaux et peut-tre aussi au passage des gaz au moment de la cristallisation u sel. Les calcaires subordonnés aux argiles conservent, après eur transformation, leur disposition primitive, et ils offrent l'alernance de couches gypseuses et de couches argileuses que l'acide sulfurique a préalablement débarrassées de leurs bases olubles. Lorsque l'épigénie s'exerce dans le sein de l'épaisseur es strates, il n'est pas rare d'observer, vers les limites où expire 'influence métamorphique, un massif de roches franchement alcaire à une de ses extrémités se terminer à l'extrémité opsée en une pierre à plâtre que les habitants emploient dans eurs bâtisses. Cette ressemblance avec les gypses enclavés au

milieu des formations secondaires se maintient jusque dans la teinte rougeâtre que la peroxidation imprime aux argiles concomitantes de l'albérèse. Mais une particularité qui m'a donné la solution d'un problème qui m'avait jusqu'ici embarrassé, mérite d'être mentionnée, car elle reproduit des accidents dont les dépôts anormaux des Alpes de la Provence présentent de nombreux exemples. J'avais remarqué à Roquevaire et à Digne, principalement à la base et à l'extérieur des masses gypseuses, des encroûtements argileux irréguliers dans lesquels se trouvaient engagés sans ordre des fragments anguleux de sulfate de chaux d'un volume variable. En admettant la transformation du calcaire jurassique de ces contrées postérieurement à sa consolidation sous l'influence de vapeurs acides, il était difficile d'expliquer le mode de formation de ces brèches et la manière dont les fragments y avaient été introduits. Dans tous les cas, elles indiquaient un remaniement par l'élément aqueux; mais la théorie repoussait l'intervention des eaux pour l'accomplissement des faits relatifs à la conversion des calcaires, ou elle laissait dans le vague et l'obscurité le rôle qu'elles avaient pu y jouer. Or, voici ce qu'on observe aux Lagoni de *Monte Cerboli* et de *Castel nuovo*. En même temps que les calcaires sont changés en gypse, au contact des agents sulfureux, les fragments d'albérèse, que la désagrégation ou les eaux entraînent des pentes supérieures au milieu des lacs fangeux et bouillonnants, se changent aussi en sulfate de chaux et constituent, avec les argiles, dans lesquelles ils s'enfoncent, des masses bréchiformes argilo-gypseuses dépourvues de stratification. Ce fait a dû se reproduire pareillement dans les gisements anciens et dans des circonstances analogues; c'est du moins ce qu'on est en droit de conclure de l'examen de ce qui se passe dans les Lagoni. Nous ferons remarquer, en outre, les analogies de position que la boracite de Lunebourg, que l'on trouve en cristaux disséminés dans les gypses intercalés au milieu du terrain crétacé, offre avec l'acide borique et les borates des Lagoni de la Toscane.

Ces divers faits, bien constatés et acquis à la science, établissent à nos yeux des rapports de transformation si intimes entre les gypses des Lagoni et les gypses anormaux des terrains secondaires que leur comparaison fait justice de cette antipathie imaginaire que quelques esprits cherchent à interposer entre ces divers dépôts qui, quoi qu'on en dise, constituent une loi de continuité que les phénomènes actuels achèvent de généraliser en démontrant leur communauté d'origine.

Les détails qui précèdent, et surtout ceux qui se rapportent à la description de la solfatare de *Péreta*, nous dispensent de tracer l'histoire des sulfates d'alumine, de magnésie, d'ammoniaque et de fer que l'on a signalés dans les eaux qui tiennent l'acide borique en dissolution, et qui, pour la plupart, restent dans les eaux-mères mélangés avec divers borates. Nous nous bornons, par conséquent, à cette simple indication (1).

Si la silicification du macigno que nous avons signalée dans le voisinage de la solfatare de *Péreta* peut paraître une application exagérée de la théorie que nous avons invoquée, la justification de cette théorie est toute écrite dans les Lagoni du *Sasso* où la dissolution de la silice du grès et sa régénération sous forme cristalline se manifestent sur tous les points où les circonstances se prêtent à cette double transformation. Les *Fumacchi* du *Sasso* sont dominés au S. des établissements par un vaste manteau de grès micacé à grains fins sur lequel est ouvert, à travers un bois de châtaigniers, le chemin de montagne qui met en communication la vallée de la *Cornia* avec la province de Sienne. De distance en distance, la route est barrée par des soufflards isolés qui bouillonnent dans des cavités peu profondes et qui exercent sur le terrain qu'ils traversent des modifications énergiques. Le premier degré d'altération s'annonce par la décoloration de la roche qui de gris-noirâtre devient blanchâtre. Elle se gerce ensuite dans tous les sens, de manière à ressembler, mais en grand, à ces larges dalles qu'un long usage a rompues en fragments anguleux. Les vapeurs suivent avec avidité ces lignes de séparation, attaquent la silice du macigno qu'elles dissolvent en partie et qu'elles déposent ensuite sous forme de gelée transparente. Cette gelée finit par prendre à l'air de l'opacité et cet aspect résinoïde propre aux silices hydratées. Par suite de

---

(1) Sous *Monte Rotondo* et sur la rive droite de la *Cornia*, il existe, au fond d'une dépression tertiaire, un lac circulaire d'un quart de mille de superficie, dont les eaux sont échauffées par des soufflards lagoniques qui s'échappent de son fond avec sifflement et les imprègnent d'acide borique. Ces eaux renferment aussi du sulfate de fer, que, dans les siècles passés, on récoltait dans un établissement semblable à celui de *Selvena*, d'où le lac a pris le nom de *Lago dell' Edifizio*. Une Société s'occupe depuis plusieurs années à en retirer l'acide borique. Pour éviter l'emploi du combustible, on recherche, par des sondages artésiens pratiqués au fond du lac des soufflards, dont on a l'intention de se rendre maître, afin de les faire servir à l'évaporation des eaux.

ce travail, on observe, isolés et emprisonnés dans le ciment siliceux qui les unit, des noyaux de grès micacé blanc demeurés intacts dans le centre. Ces espèces de brèches finissent à la longue, par suite de la dissolution complète des noyaux, par se convertir en une roche grisâtre, entièrement siliceuse, résonnant sous le marteau, à la manière de certains klingsteins et ressemblant exactement par leur aspect et leur *rudesse* au toucher aux biscuits de porcelaine avec lesquels on façonne des figurines. Quelquefois la dissolution a été plus rapide et alors la roche est formée par l'agglutination de petits grains analogues à ceux des quartzites anciens dont elle possède et la ténacité et la dureté. Examiné à la loupe, chaque grain se montre composé d'une gouttelette indépendante de silice hydratée qui semble avoir coulé à l'état de larmes visqueuses, lesquelles auraient adhéré les unes aux autres avant leur durcissement. Breislack avait observé à la solfatare de *Pouzzoles* des fragments de laves décomposées liées ensemble par une substance siliceuse presque vitreuse (*Voyage dans la Campanie*, t. II, p. 102); mais dans les lagoni du *Sasso*, la dissolution et la régénération permanente de la silice opérée aux dépens de la silice du macigno sont des phénomènes qui s'accomplissent sur une vaste échelle et sur des espaces si étendus que les nouveaux produits constituent des masses puissantes dans lesquelles le géologue peut tailler à volonté pour y moissonner sa récolte d'échantillons.

Conclusion.

Il serait superflu de démontrer ici que les *Lagoni* de la Toscane ne sont qu'un épisode particulier des phénomènes volcaniques; leur activité, la nature de leurs produits ne peuvent laisser aucun doute à cet égard. D'un autre côté, l'identité des faits observés à *Péreta* conduit à attribuer à cette solfatare, dont l'énergie se sera ralentie graduellement, une origine commune avec celle des *Lagoni*. La solfatare de *Péreta* s'associe à son tour aux alunières de la *Tolfa*, de *Montioni* et de *Campiglia* autant par son voisinage que par l'analogie de ses roches métamorphiques. Par conséquent, les *Lagoni*, les *solfatares* et les *alunières* représenteraient, mais à divers degrés de violence, la dernière manifestation des actions ignées qui ont imprimé au sol de la Toscane ses accidentations si prononcées, et dont l'apparition des roches plutoniques et des gîtes métallifères marquerait la période de plus grande intensité.

—

NOTE ADDITIONNELLE.

Les expériences que l'on a faites sur la température interne du globe ont démontré que l'augmentation de la chaleur est d'un degré centigrade par 25 à 30 mètres de profondeur. Ce résultat, déduit d'un grand nombre d'observations recueillies dans les mines, concorde avec celles qui ont été fournies par les puits artésiens, en sorte que les objections que l'on a élevées quelquefois sur le mérite des premières observations, à cause des éléments d'erreur dont on les a supposées entachées, soit par l'accumulation des ouvriers, soit par la chaleur développée par les lampes, se trouvent anéanties par l'irréprochabilité des secondes.

Jusque dans ces dernières années, ce résultat général, vraiment remarquable, n'avait été contrarié par aucune exception trop choquante; seulement les limites extrêmes de variation constatées dans les mines de charbon de Décise et de Littry indiquaient une progression de température plus considérable qu'en aucun des autres lieux du globe; mais la chaleur développée par la décomposition des pyrites si abondantes dans les combustibles fossiles, pouvait expliquer jusqu'à un certain point cet accroissement anormal. Il était permis de croire aussi que des influences de cette nature n'étaient point étrangères à l'état thermométrique du puits de *Monte Massi*, en Toscane, qui, comme on le sait, est creusé dans un terrain tertiaire lignifère. MM. Matteucci et Pilla ont constaté un accroissement de température d'un degré par 18 mètres de profondeur. Au mois d'avril 1843, on avait atteint la profondeur absolue de 348 mètres et celle de 295 mètres au-dessous du niveau de la Méditerranée. Une couche très mince de charbon que l'on rencontra à 120 mètres, et dans laquelle le thermomètre monta à 25 degrés, fut la seule trace de combustible que les travaux indiquèrent. On ne traversa après que des grès, des conglomérats et des argiles; au fond du puits l'instrument marquait 41 degrés. Par conséquent on ne peut point attribuer ce résultat à l'échauffement des couches par la décomposition des pyrites.

Si les expériences ci-dessus relatées s'appliquaient à une contrée placée à l'abri des manifestations volcaniques, on devrait enregistrer sans opposition les conclusions des savants professeurs de Pise; mais quand on considère que *Monte Massi* touche presque aux alumières de *Montioni*, au milieu desquelles sourdent encore des sources animées d'une haute température, ainsi

qu'aux Lagoni brûlants de *Monte Rotondo* et de *Lustignano*, les doutes arrivent, et il est permis de supposer que ces voisins suspects n'auront point été étrangers à la production de cette température excessive. Leur complicité se déduit du moins de ce que j'ai vu se passer dans le périmètre assujetti à l'empire des Lagoni. Aujourd'hui ces Lagoni sont séparés les uns des autres par des intervalles libres de 3, 5, 10 et même de 20 kilomètres; mais il n'en a pas toujours été ainsi, car entre les deux Lagoni principaux de *Monte Rotondo* et du *Sasso* on observe les emplacements de plusieurs Lagoni éteints, que l'on reconnaît bien à l'altération des roches environnantes; des fumarolles insignifiantes dévoilent même dans quelques uns d'entre eux l'action volcanique expirante. Quelquefois, au contraire, des Lagoni nouveaux éclatent brusquement et sans se faire annoncer à la surface du sol au milieu de terres cultivées, de sorte que l'on doit considérer comme phénomènes très capricieux et assujettis aux fissures et aux autres accidents du terrain leur manifestation extérieure, bien que la ressemblance dans les effets produits indique dans la profondeur l'identité des causes et une communauté d'origine incontestable.

Comme les roches sont en général de mauvais conducteurs de la chaleur, il n'est pas rare de remarquer la neige se conserver intacte dans le voisinage même des centres d'émission des vapeurs brûlantes; et cette observation n'est pas neuve, car Silius Italicus avait dit avant moi, en parlant de l'Etna :

Summo cano jugo cohibet, mirabile dictu,
Vicinam flammis glaciem.

Si dans les environs du *Sasso* la neige persiste au contact, pour ainsi dire, des soufflards, on observe aussi des oasis déblayées et verdoyantes qui se détachent çà et là au milieu des montagnes blanchies de la contrée. Cette anomalie apparente s'explique très bien. Le *soffione*, qui s'échappe avec impétuosité des fissures du sol, se borne à lécher et à échauffer les parois de ces fractures qui, à cause de leur mauvaise conductibilité, ne possèdent pas la propriété de propager au loin la température qu'elles ont reçue. Les vapeurs, au contraire, qui, ne trouvant aucune issue, sont emprisonnées dans l'intérieur de la terre, échauffent constamment les couches avec lesquelles elles sont en contact. La transmission continuelle du calorique, à partir de ces couches jusqu'à la surface du sol, finit par imprimer aux portions du terrain soumis à cette espèce d'incuba-

n une température uniforme qui agit, s'il est permis de se vir de ce rapprochement, à la manière d'un bain de sable. nsi les Lagoni en activité et les Lagoni souterrains se comrteraient, les uns par rapport aux autres, différentiellement comparativement comme les feux établis dans les cheminées la chaleur développée par les calorifères. La production de la ce dans une vaste chambre échauffée au moyen d'une cheminée ılement ne serait pas chose impossible, tandis que l'emploi second mode en empêcherait infailliblement la formation.

Ce que nous voyons se passer à *Monte Rotondo*, au *Sasso*, à *nte-Cerboli* et dans les régions envahies par les Lagoni, ne urrait-il point se passer à *Monte Massi?* Je suis d'autant plus posé à l'admettre, qu'à quelques portées de fusil de ce faeux puits, entre *Monte Massi* et *Rocca Tederighi*, il existe s alunières modernes dont la présence atteste le voisinage des ıx souterrains (1), et que de plus, dans les territoires du *Campiglièse* et du *Massétano*, districts métallifères où le sol est tamé par des milliers de puits dont plusieurs atteignent la ofondeur de plus de 200 mètres, la loi d'accroissement de la npérature, mesurée à *Monte Massi*, est contrariée par des sultats diamétralement opposés. Or, les mines de l'*Accesa*, s *Capanne Vecchie*, du *Carpignone* ne sont séparées du *nte Massi* que par une distance de 3 à 4 lieues, et celle du *mpiglièse* par une distance à peine double, de sorte que la nséquence que MM. Mateucci et Pilla ont déduite de leurs servations, c'est-à-dire *que la source de la chaleur souterine doit se trouver plus rapprochée du sol en Italie que ns toute autre partie du continent européen* (2), pour être gitime, devrait s'appliquer, je ne dis pas à l'Italie entière, ais au moins aux régions qui, comme celles que je viens de ter, sont contiguës à *Monte Massi*.

Je vais exposer à présent le résumé des expériences que j'ai

---

(1) Un exemple de cette chaleur interne non apparente d'une maère sensible à la surface, nous est fourni par le Monte-Nuovo. Cette ontagne, dit M. Pilla dans son *Traité de géologie*, page 227, est ıtièrement refroidie, et des feux auxquels elle doit sa formation, il reste d'autre indice qu'un peu de chaleur qui se fait sentir à sa base ınd on creuse à quelque profondeur dans le sable de la mer qui la igne.

(2) *In consequenza la sorgente del calor sotterraneo trovar si deve e prossima alla superficie del suolo in Italia chi in altra parte del ntinente Europeo*. Pilla, *Traité de géologie*, page 62.

faites dans le *Campiglièse*. Je renverrai, pour sa des géologique, au Mémoire que j'ai publié précédemment terrains stratifiés de la Toscane (1). Il suffira de men pour l'intelligence des faits qui seront exposés plus b cette contrée est sillonnée par une infinité de filons mét qui gisent tous dans un calcaire métamorphique anal marbre blanc de Carrare, et que ces filons ont été foui des travaux anciens et modernes jusqu'à une profon 180 à 200 mètres. Les premiers travaux remontent a des Étrusques.

DÉSIGNATION des LOCALITÉS.	Profondeur	Température observée.	Température moyenne de la contrée.	D OBSER
Puits de l'Ortaccio (mine de cuivre).	53m	18°,5		Décemb
		18 »		Juin 18
	85	18 7	16°	Décemb
		18 2		Juin 18
Id.	97	20 50		Décemb
		20 55		Juin 18
Puits de l'Aquila.	50	18 40		Mai 184
		18 25	16°	Décemb
		19 75		Mai 184
		19 50		Décemb
Travaux étrusques pratiqués entre l'Aquila et Monte-Calvi.	40	17 75		Novemb
	80	19 85		Id.
	120	20 50		Id.
	168	22 75	16°	Id.
	197	24 »		Id.
Travaux anciens de la Gherardesca.	52	17 20		Décemb

On doit déduire des faits consignés dans ce tableau, q le *Campiglièse* la température augmente à peu près d'u centigrade par 24 à 25 mètres de profondeur. La conc des résultats obtenus est fort remarquable, et elle doit d'autant plus de confiance que les précautions les plu tieuses ont été prises pour écarter toute cause d'erreu les conclusions tirées des puits de l'*Ortaccio* et de l trouvent un contrôle naturel dans la différence des sai les observations ont eu lieu. J'ajouterai que les travaux été discontinués depuis plusieurs mois dans ces deux p que les trous de mine destinés à recevoir le thermomètre été pratiqués soixante jours au moins avant le commen des premières opérations. Par conséquent les soupçons c

(1) *Bull. de la Soc. géolog. de France*, 2e série, t. III.

pourrait concevoir sur l'influence de la respiration des ouvriers et de la combustion des lampes s'évanouissent d'eux-mêmes. Les anciens travaux échappent pareillement à toute objection sérieuse, car ils remontent à la période de la domination étrusque, et j'ai été probablement le premier à y descendre depuis vingt-cinq siècles qu'ils sont interrompus (1).

On doit donc considérer l'accroissement excessif de température constaté dans le puits de *Monte Massi* comme la conséquence d'un accident particulier qui se rattache aux phénomènes des lagoni et des alunières; car si la cause à laquelle les savants de Pise l'ont rapporté était générale en Italie, ses effets se seraient propagés à certaine distance, et *Campiglia*, que sa proximité attache pour ainsi dire à *Monte Massi*, n'aurait point échappé à leur influence. Ils se seraient étendus, à plus forte raison, dans les districts plus rapprochés encore de *Rocca Tederighi* et du *Massétano*; or, d'après les renseignements qui m'ont été fournis par M. Rovis, ingénieur des mines à Massa, qui est descendu dans plus de quatre cents puits étrusques, il ne paraît pas que la température dans les profondeurs dépasse la moyenne que j'ai observée dans le Campiglièse.

Qu'il me soit permis, pour en finir avec le sujet de cette note, d'ajouter qu'il existe sur divers points des Maremmes toscanes, et notamment à *Caldana* de *Campiglia*, à *Caldana* de *Ravi*, à *Gavorrano* et à *Grosseto* des sources thermales abondantes qui sourdent à la limite des terrains jurassiques et des plaines alluviales. La plus remarquable de toutes est sans contredit la *Caldana* de Campiglia, à 3 milles de cette petite ville, dans la vallée de la Cornia. Elle forme dès son origine un lac dont le trop plein met en mouvement quatre moulins à farine. Elle tient en dissolution une quantité assez notable de carbonate de chaux, lequel, en se précipitant, donne naissance à des dépôts de travertin que l'on utilise pour les constructions des fermes environnantes.

---

(1) Comme les travaux des anciens consistent en un labyrinthe inextricable de puits, de galeries et de descenderies, il n'a pas toujours été facile de les relever au moyen de la boussole et d'en connaître exactement le niveau. Je me suis servi avec succès du thermomètre, en admettant qu'un degré d'accroissement correspondait à 24 mètres en profondeur. Cette méthode, que j'ai vérifiée préalablement par des mesures directes sur les points où ce moyen était praticable, ne m'a jamais offert plus d'un mètre de variation.

Sa température, mesurée dans les conduits qui débouchent dans le lac, est de 37 degrés centigrades. Aussi, pendant l'hiver, il s'élève de sa surface des vapeurs blanches qui s'étendent sous forme de nuages dans les alentours.

Des Néritines et des Mélanopsis vivent et se propagent par myriades dans la *Caldana* de Campiglia. Comme ce dernier genre ne s'observe jamais dans les eaux froides de la péninsule italienne, il est assez curieux de voir la température plus élevée des eaux de Campiglia établir, à côté d'un climat qui ne permet pas aux Mélanopsis de se développer, un climat exceptionnel plus tempéré, grâce auquel ces mollusques jouissent de la faculté de se reproduire. J'ai recueilli la même espèce de Mélanopsis vivant dans les eaux courantes du Maroc.

La position de ces sources tièdes vers les lignes de fractures déterminées par le soulèvement des terrains jurassiques des Maremmes toscanes indique suffisamment leur origine artésienne. Les marbres blancs et les calcaires rouges jurassiques, à partir de Monte Calvi qui est le point culminant du système, plongent vers le sud, par conséquent vers la plaine. Nous savons que tous les travaux de mines sont ouverts dans le calcaire saccaroïde; or comme ce calcaire, qui n'admet aucune couche d'argile, est traversé par de nombreuses fissures, les eaux de pluie et d'infiltration le traversent avec la plus grande facilité, et, bien que les puits soient au-dessous du niveau de la vallée, on n'est jamais contrarié par leur présence.

Ces eaux, suivant toute vraisemblance, s'écoulent dans l'intérieur du sol jusqu'à une certaine profondeur où elles acquièrent le degré de chaleur propre aux régions inférieures qu'elles atteiguent. Vers la plaine de *Caldana*, elles trouvent dans une faille un obstacle à leur écoulement souterrain, ce qui les force de remonter à la surface du sol, où elles constituent, dans ces contrées arides et dépourvues de sources, des jets bouillonnants remarquables autant par leur température élevée que par la constance de leur volume.

En admettant que 24 mètres de profondeur correspondent à un degré centigrade, les eaux de Caldana pénétreraient jusqu'à 504 mètres au-dessous du niveau de la plaine de Cornia. Cette mesure est aussi à peu près celle des marbres blancs des Alpes apuennes qui sont, comme on le sait, analogues à ceux du Campiglièse, et qui reposent sur des micaschistes ou bien des schistes argileux.

Frapolli écrit à M. le Président pour l'informer qu'il
sa démission de secrétaire de la Société.

Martins donne lecture, de la part de M. E. Collomb, de
ice suivante :

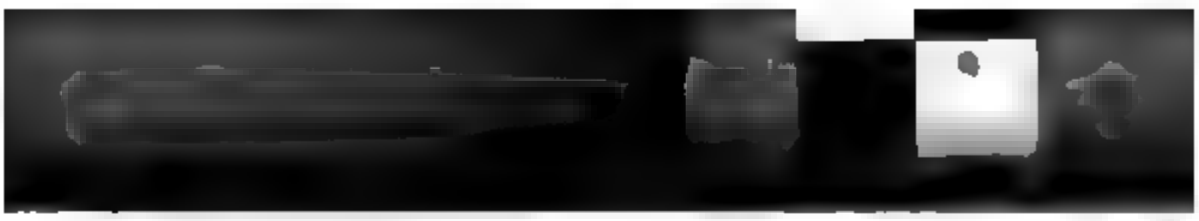
marche compliquée des blocs erratiques faisant table à la surface des glaciers, par M. E. Collomb.

formation des tables de glaciers est un phénomène bien
. De tous les accidents de leur surface c'est celui qui
e tout d'abord par son originalité; l'explication en a été
ée depuis longtemps; cependant les naturalistes ont négligé
int important dans la marche de ces blocs.
se trouvent rarement sur les moraines mêlés à d'autres
riaux; les plus belles tables sont ordinairement disséminées
forme sporadique au milieu des mers de glace; on les ren-
e isolées, comme jetées au hasard loin des moraines; elles
seules, indépendantes de ces longues traînées de débris
uivent un alignement si remarquable à la surface des gla-
. Ce fait de leur éloignement et de leur isolement des
s débris provient de la complication de leur marche. Le
tat de leur mouvement peut se décomposer en deux parts,
qui appartient au glacier lui-même, et l'autre qui appar-
au bloc.
supposant une table formée d'une large dalle parallélipi-
que de gneiss ou de roche schisteuse, elle ne sera jamais
e horizontalement sur son pied: en admettant que ce pied
n mètre à un mètre et demi de hauteur, et que la table
sur le point de tomber, sa surface sera toujours inclinée
ôté du midi, parce qu'à mesure que le pied s'élève par le
de l'ablation de la surface environnante, le soleil agit avec
coup plus d'énergie du côté du sud que du côté opposé,
se trouve dans l'ombre; donc la table tombe toujours du
du midi.
n mouvement est double; d'un côté elle est entraînée par
ouvement de translation général du glacier; d'un autre côté
mouvement propre, qui consiste dans un nombre successif
chutes, vient compliquer le résultat. Un bloc peut tabler
ieurs fois dans le courant d'un été, l'ablation étant dans les
ons inférieures des glaciers d'environ 4 mètres par an; le

pied des tables atteint rarement cette hauteur; les pieds de 2 mètres ne sont même pas très fréquents; il s'ensuit qu'en moyenne un bloc est appelé à tabler au moins deux fois dans le courant de l'été.

Nous venons de dire que la chute du bloc avait toujours lieu dans la direction du nord au sud; si le mouvement général de translation du glacier a lieu dans la même direction, la table arrivera au talus terminal avant les autres matériaux, puisqu'au mouvement d'ensemble il faudra ajouter le mouvement particulier que le bloc-table effectue à chaque chute. Mais si le glacier se dirige du sud au nord, le résultat sera inverse, parce qu'il faudra soustraire de son mouvement celui de la table, qui recule à chaque chute et remonte, pour ainsi dire, le courant. Le mouvement général du glacier étant sur un point donné, dans le lieu où se trouve la table de 50 mètres par exemple, et le bloc étant destiné à faire deux chutes de 2 mètres chacune, dans le même sens, et dans le même temps, ce sera 4 mètres à ajouter aux 50 mètres. Il aura donc parcouru une ligne de 54 mètres de longueur pendant que le glacier lui-même et les moraines n'en auront parcouru que 50. Si le glacier marche dans un sens inverse, c'est-à-dire du sud au nord, le bloc hypothétique que nous prenons pour exemple n'aura parcouru qu'un trajet de 46 mètres à cause du retard occasionné par ses chutes.

Il résulte encore de cette propriété des tables de chuter du côté du sud, qu'un bloc-table peut partir de la rive gauche d'un glacier et se trouver au bout d'un certain nombre d'années relégué sur sa rive droite, s'il ne rencontre pas dans sa marche particulière des accidents qui se trouvent fréquemment sur les mers de glace, tels que de larges crevasses ou de hautes moraines, qui lui barrent le passage. Ce cas se présentera si le glacier se dirige de l'ouest à l'est; le bloc commençant à tabler sur la rive gauche se dirigera par une suite de tables successives; en supprimant pour le moment le mouvement général, il se dirigera, disons-nous, suivant une ligne qui coupera transversalement le glacier, puisque les différentes évolutions du bloc se relieront par une ligne dirigée du nord au sud. En rétablissant le mouvement général que nous venons de supprimer, le bloc aura définitivement parcouru une ligne qui sera la résultante des deux directions, résultante proportionnelle à la somme du mouvement de chacune des lignes dans un temps donné.

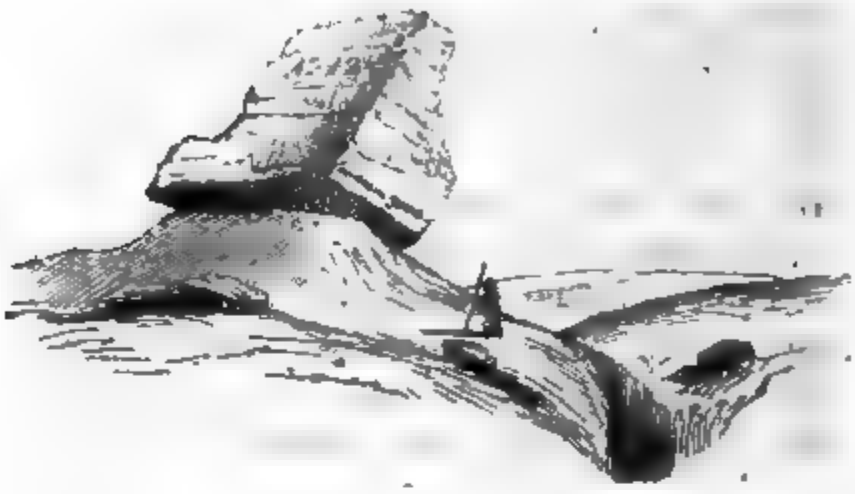


Si le glacier se dirige de l'est à l'ouest, un bloc-table partant de la rive droite arrivera peu à peu sur la rive gauche, s'il n'est pas gêné dans sa marche par les accidents dont nous venons de parler.

Cette propriété générale des blocs-tables, de chuter constamment du côté du midi, est du reste, sur le terrain, profondément modifiée par les accidents locaux qui agissent comme cause perturbatrice; ainsi l'inclinaison des pentes de la surface, si elle dépasse 10 ou 12 degrés, a une grande influence sur la marche propre des blocs. A la fin du mois d'août dernier, nous avons remarqué sur un petit glacier latéral du glacier de l'Aar, sur la rive gauche, un gros bloc de protogyne qui tablait pour la quatrième fois depuis le commencement de la saison. La surface de ce petit glacier est inclinée de 20 à 25 degrés; il est exposé en plein midi, et dans son voisinage immédiat se trouvent des masses de roches en place, nues, sur lesquelles le soleil donne en plein : elles s'échauffent, ce qui contribue à augmenter beaucoup l'ablation. Aussitôt que le pied de la table avait atteint 50 à 60 centimètres de hauteur, le bloc ne tardait pas à chuter, et chaque chute le faisait avancer de 4 à 5 mètres. Si ce même petit glacier eût été exposé au nord, la marche du bloc eût été singulièrement retardée.

Les conséquences à tirer des faits qui précèdent trouvent leur application dans les phénomènes propres au terrain erratique. Cette marche compliquée de certains blocs à la surface des glaciers, l'allure indépendante qu'ils affectent, se retrouvent dans quelques débris isolés transportés par les anciens glaciers. La loi générale de distribution des matériaux, suivant le lieu de leur provenance, sans mélange de roches étrangères, loi si bien expliquée par MM. de Charpentier et Guyot, est sujette à exception. En explorant le terrain erratique, on sera appelé parfois à rencontrer quelques blocs dont l'origine paraîtra douteuse, et ce seront précisément les matériaux les plus volumineux, les plus apparents, qui seront dans ce cas, parce que les gros blocs seuls sont susceptibles de former des tables; les menus débris n'en forment jamais.

Il est également important, lorsqu'on fait des expériences de mouvement sur un glacier en activité, de ne point prendre pour terme de comparaison ou pour point de départ un bloc-table, parce que sa marche sera différente de celle du glacier lui-même. Ainsi, dans la triangulation du glacier de l'Aar, on trouve un bloc inscrit sous le numéro 12, situé sur la rive gauche. Ce



bloc, de 400 mètres cubes, formait en 1848 une magnifique table, et, au moment où j'explorais la localité, il était déjà fortement incliné, sur le point de glisser sur son pied et allait tomber sur le glacier pour reformer une nouvelle table ; si dans quelques années on calculait la marche du glacier sur ce point par la marche de ce bloc, on tomberait dans une grave erreur.

M. Ch. Martins ajoute les observations suivantes :

Les faits intéressants recueillis par M. Ed. Collomb seront confirmés par tous ceux qui ont séjourné sur les glaciers. Il n'est personne qui n'ait vu des blocs portés sur des piédestaux de glace, et souvent on est témoin de leur chute ou plutôt de leur glissement sur le sommet incliné du piédestal. Ce déplacement local peut-il avoir une grande influence sur la mesure de la marche du glacier de l'Aar au moyen de blocs numérotés? Je ne le pense pas. En effet, presque tous ces blocs sont placés au milieu des moraines. Or, on sait que l'ablation du glacier est presque nulle, lorsque sa surface est couverte de débris, et, par conséquent, les gros blocs entourés de ces débris ne se trouvent point élevés sur des piédestaux ; ils ne *tablent* pas, suivant l'expression de M. Collomb ; par conséquent ils ne se déplacent pas à la surface du glacier. D'ailleurs, au moyen des blocs, M. Agassiz n'a pas eu la prétention d'estimer rigoureusement la marche annuelle des glaciers. Cette marche a été mesurée par des lignes de piquets traversant le glacier dans toute sa largeur. En priant ses amis MM. Dollfus et Otz de déterminer tous les ans ou tous les deux ans la position relative de ces blocs numérotés, il a cherché plutôt à donner une idée de la marche séculaire du glacier et à fournir aux observateurs futurs des points de repère pour leurs recherches sur la progression des glaciers.

M. Collomb attire avec raison l'attention des géologues sur déplacement des blocs à la surface des glaciers, comme pouat expliquer certains faits anormaux dans la distribution orairement si régulière des débris erratiques. En voici un mple frappant. Dans la vallée de Chamonix, la masse protoeuse du Mont-Blanc se dresse sur la rive *gauche* de l'Arve, dis que la rive droite est dominée par les sommets gneissiques Brevent. Aussi, dans la vallée de Sallanches, d'immenses raines formées de blocs de protogyne ayant jusqu'à 20 mètres long couvrent-ils les flancs des montagnes qui bordent la rive *uche* de l'Arve. Malgré mes recherches, jointes à celles de M. Rendu et Favre, jamais on n'avait pu découvrir un seul c de protogyne sur la rive droite de l'Arve (1). Je ne m'en nnais pas, car c'est une loi, dans la distribution des matériaux ratiques, de ne point se porter d'un contre-fort de la vallée à utre, mais de rester sur celui où se trouve la roche en place nt ils se sont détachés. Cependant je désirais vivement acérir la certitude qu'il n'existait aucun bloc de protogyne sur rive droite de l'Arve. Je priai mon ami M. le docteur Maglain de Sallanches de continuer ces recherches. Après bien s courses et des informations inutiles, il m'a envoyé les échanlons de deux blocs erratiques de protogyne qu'il a découverts la Frane près d'Arrache, village situé à quelques kilomètres en ant de Cluses, et à 1307 mètres au-dessus de la mer, sur la ontagne calcaire au pied de laquelle s'ouvre la grotte de alme. L'existence de ces deux blocs, uniques jusqu'ici sur la ve droite de l'Arve, tandis que la rive gauche est couverte de illiers de blocs protogyneux, s'explique très bien par le mode déplacement que M. Collomb signale dans sa note. En effet, ns ce point, la vallée est très étroite, et l'on comprend très ien que deux de ces blocs aient pu cheminer ainsi transversament d'un bord du glacier à l'autre. Dans ce point, la direcon générale de la vallée étant du sud au nord, les blocs se sont ansportés du bord occidental au bord oriental de l'ancien glaer qui remplissait à cette époque tout le bassin de l'Arve.

---

(1) *Revue des Deux-Mondes*, t. XVII, p. 937 (1er mars 1847).

Séance du 8 janvier 1849.

PRÉSIDENCE DE M. MICHELIN.

M. Bayle, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

GUILLEMOT, archéologue, à La Rochelle (Charente-Inférieure), présenté par MM. Coquand et Bayle ;

SAEMANN (Louis), de Berlin, à Paris, rue Jacob, 27, présenté par MM. Deshayes et Tallavignes.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la Justice, *Journal des Savants;* décembre 1848.

De la part de M. Sainte-Claire Deville, *Voyage géologique aux Antilles et aux îles de Ténériffe et de Fogo ;* 2e livr., in-4, texte, feuilles 16 à 30, pl. 7, 8 et 9 (quadruple). Paris, 1848; chez Gide.

De la part de M. Fournet, *Note sur le froid périodique du mois de mai* (extr. des *Ann. de la Soc. nation. d'Agricult., Hist. nat. et Arts utiles de Lyon.*—1848); in-8, 31 p. Lyon, 1848; chez Barret.

De la part de M. Gras, *Supplément et errata au Mémoire sur les Oursins fossiles du département de l'Isère;* in-8, 8 p., 1 pl. Grenoble; chez Prudhomme.

De la part de M. Hœninghaus, *Trilobites*, etc. (Trilobites de la collection géologique de F.-W. Hœninghaus); in-8, 8 p.

De la part de M. Bosquet, *Notice sur une nouvelle espèce du genre* Hipponix, *de la craie supérieure de Maestricht* (extr. du t. XV, n° 6, des *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*); in-12, 7 p., 1 pl.

De la part de M. Drian, *Minéralogie et pétralogie des en-*

yon, disposées suivant l'ordre alphabétique, ouvrage par la Société d'agriculture de Lyon; in-8, 540 p. 49; chez Ch. Savy.

art de M. Husson, *Esquisse géologique de l'arron- de Toul, suivi d'un Aperçu botanique des environs de* ; in-8, 106 p. Toul, 1848; chez veuve Bastien.

art de M. David Christy, *Letter*, etc. (Lettre à M. de sur la géologie. — Blocs erratiques de l'Amérique du 1-8, 11 p. Oxford (Ohio), 1847.

es-rendus des séances de l'Académie des sciences; semestre, t. XXVII, nos 25 et 26; 1849, 1er se- . XXVIII, no 1.

s des mines; 4e série, t. IX, X, XI, XII, années 1847; t. XIII, 1re et 2e livrais. de 1848.

tut; 1848, no 781 et 782; 1849, no 783.

s et travaux de l'Académie de Reims; année 1848 et 1.

thenæum; 1848, nos 1104 et 1105 et index; 1849,

lining Journal; 1848, vol. XVIII, no 696; 1849, , no 698.

mour, trésorier, présente à la Société le compte des t dépenses pour l'année 1848.

nations des diverses commissions, pour l'année 1849, le Conseil dans la séance du 20 décembre 1848, sont par la Société.

mmissions sont composées de la manière suivante :

mission de comptabilité, chargée de vérifier la gestion ier : MM. Hébert, Viquesnel, Graves.

mission des archives, chargée de vérifier la gestion viste : MM. Ch. Martins, Hugard, de Pinteville.

mission de publication du Bulletin : MM. Damour, de Verneuil.

mission d'impression des Mémoires : MM. Le Blanc, , Viquesnel.

cède ensuite à l'élection du Président pour l'année

M. D'ARCHIAC ayant obtenu 63 suffrages sur 103 est élu Président pour l'année 1849, et remplace au fauteuil M. Michelin.

La Société nomme ensuite successivement :

Vice-Présidents : MM. ÉLIE DE BEAUMONT, DAMOUR, DE WEGMANN, Ch. MARTINS.

Secrétaire pour l'Étranger : M. POMEL.

Trésorier : M. Ed. DE BRIMONT.

Membres du Conseil : MM. LE BLANC, VIQUESNEL, MICHELIN, ANGELOT.

Il résulte de ces nominations que le Bureau et le Conseil se trouvent composés de la manière suivante pour l'année 1849 :

Président.

M. D'ARCHIAC.

—

Vice-présidents.

M. ÉLIE DE BEAUMONT,
M. DAMOUR,
M. DE WEGMANN,
M. Ch. MARTINS.

—

Secrétaires.

M. BAYLE,
M. POMEL,

Vice-secrétaires.

M. DEVILLE,
M. Alexandre ROUAULT.

—

Trésorier.

M. Éd. DE BRIMONT.

Archiviste.

M. DE ROYS.

—

Membres du Conseil.

M. DE VERNEUIL,
M. ROZET,
M. DUFRÉNOY,
M. D'OMALIUS D'HALLOY,
M. DELAFOSSE,
M. GRAVES,
M. HÉBERT,
M. WALFERDIN,
M. LE BLANC,
M. MICHELIN,
M. VIQUESNEL,
M. ANGELOT.

Séance du 15 *janvier* 1849.

PRÉSIDENCE DE M. D'ARCHIAC.

ıdre Rouault, vice-secrétaire, donne lecture du
l de la dernière séance, dont la rédaction est

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

ɜ reçoit :

endus des séances de l'Académie des sciences;
mestre, t. XXVIII, n° 2.
; 1849, n° 784.
nœum; 1849, n° 1107.
senschaftliche Abhandlungen, etc. (Mémoires des
ırelles réunis et publiés par M. Gme Haidinger);
, 434 p., 30 pl. Vienne, 1848; chez Braumüller.
etc. (Rapports sur les communications faites par
ı sciences naturelles de Vienne, réunis et publiés
Haidinger); vol. IV, nos 1 à 6, janvier à juin 1848.

ıident adresse, au nom de la Société, des remer-
ı membres sortants du bureau de 1848.

ıident lit ensuite une lettre de M. Paillette, qui le
cer à la Société la perte qu'elle vient de faire en la
M. Torribio Zancajo, l'un de ses membres, décédé,
l'île de Cuba.

e-secrétaire lit la note suivante, qui est adressée
hristol.

ɔnsieur le Secrétaire,

ı'obligeriez d'annoncer à la Société géologique que
depuis longtemps, dans les sables marins de Mont-
ıi contiennent le *Metaxytherium Cuvierii*, plusieurs
mbres de singe (*Pitheus maritimus*, nob.). Avec
merus, *femur*, *tibia*) j'ai trouvé plusieurs molaires
ɜs fixées sur une portion du maxillaire; ces mo-
emblent beaucoup à celles des guenons. J'ai aussi

» trouvé dans ces sables un Felis à canines tranchantes, que je » nomme *Felis maritimus.* »

M. Rivière fait la communication suivante :

Dans la séance du 6 novembre dernier, M. Durocher ayant lu un mémoire sur les gîtes métallifères de la Suède, de la Norwége et de la Finlande, mémoire dans lequel il cherche à établir les âges relatifs des filons et de certains minéraux, j'ai dû faire observer à ce savant géologue, que depuis plusieurs années je m'étais occupé du même sujet, notamment : 1° dans la 2e partie de mes *études géologiques et minéralogiques*, intitulée : *de l'âge relatif des minéraux et des roches;* 2° dans un mémoire intitulé : *sur les filons métallifères, principalement sur les filons de blende et de galène que renferme le terrain de la Grauwacke de la rive droite du Rhin, dans la Prusse, et sur le traitement métallurgique de la Blende.* Dans le premier travail j'ai traité la question d'une manière générale; j'en ai, du reste, exposé les principales conclusions dans les leçons que j'ai faites l'année dernière au Muséum d'histoire naturelle. Dans le second travail au contraire, j'ai spécialisé la question en la restreignant à certains gîtes et à certains minéraux. Ce dernier mémoire ayant seul des dates authentiques, je me suis borné à l'invoquer. Dès lors, comme il renferme quelques conclusions qui ont des rapports avec celles du travail de M. Durocher, quoiqu'il ait trait à des contrées différentes de celles qu'a étudiées avec tant de soins cet habile géologue, j'ai cru devoir lui rappeler que mon mémoire avait été rédigé en 1845, et qu'il avait été présenté à l'Académie des sciences le 22 janvier 1848 (1).

Depuis la séance du 6 novembre dernier n'ayant pu lire mon mémoire, aujourd'hui je demande à la Société la permission de lui donner connaissance de l'extrait suivant de la première partie, c'est-à-dire de la partie géologique.

---

(1) Ce mémoire est principalement un résumé des études que j'ai faites en 1845 et 1846 dans les provinces rhénanes.

Extrait d'un mémoire sur les filons métallifères, principalement sur les filons de blende et de galène que renferme le terrain de la Grauwacke de la rive droite du Rhin, dans la Prusse. **Par A. Rivière.**

Considérations générales sur les terrains ainsi que sur les gîtes métallifères des provinces Rhénanes, et notions historiques sur leur exploitation.

En 1845, quoiqu'un grand nombre d'ingénieurs et de savants eussent étudié les terrains des bords du Rhin et exploité une partie des mines de ce pays, on ignorait et les régimes et la richesse des filons de la contrée; car les exploitations étaient pour la plupart abandonnées ou à peine ébauchées : M. Burat avait même écrit un mémoire (1) dans lequel il disait qu'en général les filons des provinces rhénanes étaient des filons irréguliers et peu riches; il est vrai que l'année suivante M. Burat, éclairé sans doute par les nouveaux travaux d'exploitation, a imprimé le contraire (2) de sa première opinion. Au commencement de 1845, époque à laquelle je fis mes premières explorations sur les bords du Rhin, on pouvait pour quelques centaines de thalers, acheter des mines, qui plus tard ont été revendues plus de cent mille francs. Dans ce court espace de temps l'industrie minérale des provinces rhénanes a donc changé complétement d'allures; mais il en a été pour cela comme pour beaucoup d'autres choses : on a exagéré la valeur et la richesse d'un grand nombre de mines de ce pays, quoique les provinces rhénanes soient sans contredit une des contrées les plus riches en gisements métallifères. Dans tous les cas, dès 1845 une nouvelle vie a été imprimée aux mines des provinces rhénanes, et de nombreuses et importantes usines y ont été établies pour le traitement des minerais. Mais il est à craindre que toutes les sociétés fondées depuis 1845 n'obtiennent pas des résultats satisfaisants, résultats qui dépendent, comme on le sait, de deux conditions indispensables : 1° des circonstances d'exploitation et des traitements; 2° de l'intelligence de travaux entrepris sur une grande échelle.

---

(1) Page 131 et suivantes de la *Théorie des gîtes métallifères*, etc., par Amédée Burat. Paris, 1845.

(2) Page 83 et suivantes de la *Description de quelques gîtes métallifères*, etc., par Amédée Burat. Paris, 1846.

La contrée située sur la rive droite du Rhin, depuis les environs de Coblentz jusqu'à ceux de Dusseldorf (Prusse), et qui comprend une grande partie du Nassau, du duché de Berg et de la Westphalie, est caractérisée par un sol dont le relief général offre de l'analogie avec celui de la région schisteuse de la Bretagne; à la vérité ce relief est compliqué en Prusse par des basaltes et des trachytes, qui forment presque tous les pics et sommités coniques. Mais d'un côté la présence des roches volcaniques change peu la physionomie caractéristique des contrées chisteuses, et d'un autre côté la complication disparaît entièrement, lorsqu'on s'éloigne des bords du Rhin. Le sol du pays dont il s'agit est formé presque exclusivement de roches schisteuses, qui appartiennent au terrain de la Grauwacke; çà et là on trouve bien quelques dépôts tertiaires et des typhons ou filons de roches d'origine ignée, principalement de roches dioritiques; mais, je le répète, la Grauwacke plus ou moins schisteuses est la roche qui domine dans toute la contrée.

Le terrain de la Grauwacke est coupé par un très grand nombre de filons métalliques, dont quelques uns paraissent atteindre une puissance inusitée. Ces filons forment un immense réseau dans la contrée et résultent du remplissage de bas en haut d'un grand nombre de fentes de dislocations. Par suite de leur existence dans un terrain ancien et de leur mode de formation, ils sont distribués d'après des lois générales et offrent par conséquent, une grande importance industrielle. Je dirai seulement qu'il y a moins de filons réellement distincts les uns des autres qu'on ne le suppose, plusieurs gisements reconnus n'étant que la continuation ou des appendices d'un même filon. Les métaux qui constituent ces filons sont le fer, le zinc, le plomb, le cuivre, l'argent, l'arsenic, le nickel, etc.; ces métaux s'y trouvent sous différents états; de sorte qu'en tenant compte des gîtes métallifères des formations volcaniques proprement dites, il existe dans la contrée une collection presque complète de minéraux métalliques. Or, les métaux qui jusqu'ici paraissent être exploitables sur la plus grande échelle et avec le plus d'avantage, sont, outre le fer, le zinc, le cuivre et le plomb. Ces métaux se trouvent principalement à l'état de sulfures et de carbonates : ils offrent les minerais connus sous les noms de blende, de galène, de chalkopyrite, de panabase et de sidérose. La blende est comme d'ordinaire la compagne de la galène; de sorte que les mines de galène sont des mines de blende, et réciproquement. La galène est souvent argentifère et par conséquent

peut donner lieu à des mines d'argent. Enfin, le quartz accompagne tous les filons, et le quartz ou le sidérose en constitue quelquefois la partie la plus importante.

Les filons du terrain de la Grauwacke des bords du Rhin se divisent en deux systèmes principaux d'après leurs compositions, leurs allures et probablement leurs âges. Le premier est composé de quartz, de blende, de galène, de sidérose et de traces de sulfures de cuivre. Le second est composé de quartz, de chalkopyrite, de panabase et de divers autres minerais de cuivre.

Le clivage ou la fissilité de la grauwacke est souvent différent de la direction des couches, comme on peut s'en convaincre sur la route de Bensberg à Owerath, par exemple; de sorte que cette fissilité ne représente pas la véritable stratification de la roche, où se trouvent les gîtes métallifères. Les filons du premier système paraissent assez souvent accompagner la fissilité de la roche encaissante et conserver son inclinaison; tandis que les filons du second système sont plus indépendants dans leur allure des caractères stratigraphiques de la grauwacke, et ils coupent très évidemment les couches du terrain: je citerai comme exemple les filons de Rheinbreibach.

Dans les détails qui vont suivre, je me bornerai à la description de quelques filons du premier système, afin d'éviter des répétitions en décrivant des gîtes sinon identiques, du moins très semblables non par leur importance industrielle, mais bien par leur nature.

Les anciens ont exploité un grand nombre de ces filons; mais leurs travaux, qui du reste n'étaient généralement pas profonds ni très importants (1), ont épargné la blende et plusieurs autres minerais. Il est même peu de districts métallifères, où l'on trouve une aussi grande quantité d'exploitations anciennes, que dans ces provinces de transition de la rive droite du Rhin. On compte par centaines les gîtes épars dont l'existence est attestée par d'anciens déblais, ou par la tradition. Les puits et les haldes sont généralement très rapprochés, et se succèdent en ligne de manière à accuser des filons souvent concordants avec les grauwackes encaissantes. Les filons les plus puissants et les

(1) J'excepte de ce nombre plusieurs mines, telles que celles de Obernhoff, de Rheinbreibach, d'Arenzeau, d'Altglück, qui étaient déjà exploitées du temps de la domination romaine, et où l'on trouve les travaux excessivement étendus.

plus continus ont été l'objet de travaux considérables, sinon en profondeur du moins en étendue.

La première exploitation de ces diverses mines doit remonter à une époque fort reculée; un grand nombre a été abandonné avant l'emploi de la poudre, et n'a pas été repris depuis; tandis que d'autres semblent avoir été reprises à plusieurs époques; j'ajouterai que ces exploitations ont eu lieu assez souvent à ciel ouvert. Quant aux causes de ces abandons, il est facile de les reconnaître. Ce sont, en premier lieu, les difficultés de se débarrasser des eaux; en second lieu, le manque d'air ou des systèmes imparfaits d'aérage, et en outre la grande quantité de blende mélangée avec la galène. Pour les anciens, qui n'extrayaient que le plomb, ces mines n'étaient pas généralement assez riches, et il leur fallait la réunion de toutes les conditions les plus favorables à une exploitation économique, sinon les mines étaient complétement abandonnées. La plus indispensable de ces conditions était l'absence d'eau; or, comme cette circonstance est naturellement à peu près impossible à rencontrer, il fallait la créer artificiellement, et, pour cela, creuser une galerie d'écoulement. Mais à une époque où l'usage de la poudre, au moins dans les mines, n'était pas connu, et où l'art du boisage était très défectueux, les galeries et ouvertures souterraines devaient avoir les plus petites dimensions possibles; par suite, l'aérage était très difficile à établir, et le transport des déblais très pénible. En conséquence, sur toute la ligne à parcourir pour la galerie, on fonçait successivement des puits destinés à l'enlèvement des déblais et à l'aérage; et, comme le creusement d'un puits est plus long et plus coûteux que celui d'une galerie, comme en outre la difficulté augmente avec la profondeur, il en résulte que les galeries d'écoulement étaient seulement entreprises lorsque le terrain s'élevait en pente douce jusqu'à peu de distance du filon; car alors les différents puits foncés sur la galerie n'avaient plus qu'une petite profondeur.

C'est absolument aux mêmes causes que l'on doit attribuer la disposition si remarquable, offerte par les anciennes haldes, qui souvent se succèdent sans interruption sur de grandes étendues, et forment ainsi une série d'éminences et de dépressions distantes de quelques mètres. En effet, à moins de procédés très perfectionnés, il est difficile d'aérer des travaux de 1 mètre de hauteur, sinueux et irréguliers, et il est plus difficile encore d'y opérer les transports. Le moyen le plus expéditif était de multiplier les communications avec le jour : c'était, du reste, le

: d'exploitation suivi autrefois dans beaucoup de contrées.
avoir creusé un puits jusqu'au gîte, les anciens exploi-
à droite et à gauche aussi longtemps que l'air ne leur
nit pas, puis ils abandonnaient ces travaux pour en ou-
utres semblables. Un autre motif a également contribué
disposition remarquable : c'est le peu d'étendue des con-
s ou investitures de mines accordées dans le pays. Il est
le que la plupart de ces anciens puits d'extraction for-
les noyaux d'autant de concessions particulières, et qu'ils
été fouçés par autant de propriétaires différents. C'est
ns ce que l'on a droit de conclure des documents puisés
s archives du pays.

iliarisés de longue date avec les idées des mines, les pay-
ussiens montrent autant de penchant pour ces sortes de
t que l'on trouve de répugnance chez nos paysans fran-
est même à remarquer que, si l'on excepte les exploita-
aites par les Romains, ce n'est pas à des sociétés ni
iches propriétaires que l'on doit la plupart des anciens
., dont l'abondance est révélée par un nombre vraiment
eux de galeries et de puits : de simples cultivateurs les
repris généralement pour leur compte, après avoir ob-
es concessions du gouvernement. Ainsi, un des premiers
taires de la mine l'Antonius, le vieux Antonius Ahr qui
onné son nom, se trouve maintenant employé, comme
er, au service de la Compagnie qui possède cette mine,
1 de 10 thalers par mois.

stence d'anciens travaux est très souvent un obstacle à
ise des mines; aussi avait-on tenté plusieurs fois, mais
xès, de rouvrir quelques unes des mines dont je viens de
Aujourd'hui la question a changé de face, surtout à
lu traitement de la blende, dont l'abondance était au
un des principaux obstacles, et qui maintenant consti-
minerai le plus important de l'exploitation. Au reste, le
présentent les filons des provinces rhénanes n'est pas
f aux mines de ce pays : un grand nombre de gîtes mé-
es d'autres contrées, même de la France, se trouvent
: semblables circonstances; et il serait possible dans cer-
onditions d'en retirer, comme en Prusse, un parti avan-
D'un autre côté, il ne faut pas se dissimuler que nos
sances sur la richesse des filons de la France sont peu
s. Les travaux de recherches et d'exploitation n'ont fait
présent qu'effleurer pour ainsi dire le sol de la Bretagne,

la Vendée, le Limousin, l'Auvergne, l'Aveyronnais, etc., dont les gîtes de galène, de blende, de chalkopyrite, de panabase et de cassitérite, offrent beaucoup d'analogie avec ceux des provinces rhénanes et du Harz.

Description sommaire de quelques mines.

Les mines de blende et de galène des bords du Rhin sont extrêmement nombreuses : une seule Société en possède plus de cent.

La mine d'Antonius qui est située à 20 kilom. environ de la rive droite du Rhin, vis-à-vis Bonn, touche à l'ouest aux dernières habitations de Markelsbach, et s'étend à l'est au delà de la prairie nommée Prunkwiese. Elle est ouverte dans les champs de Masenhof qui dépend de la commune de Much. Elle appartient au cercle du comptoir des mines du Rhin et à la direction de Siegen, ressortissant elle-même de l'administration de Bonn. Les travaux de l'Antonius sont de deux catégories : 1° Les anciens travaux; 2° les nouveaux travaux. Les anciens travaux comprennent tous ceux qui ont été exécutés antérieurement à 1845, et ceux qui ont été continués ou établis depuis cette époque dans les travaux antérieurs. Les nouveaux travaux comprennent ceux qui ont été exécutés en dehors des anciens travaux, et d'après des projets et des plans entièrement neufs. Des puits et des galeries (probablement à deux niveaux) ont été pratiqués par les anciens. Ainsi une galerie de 500 mètres environ indique que des travaux pour l'extraction de la galène ont eu lieu dans cette mine à une époque qu'on ne saurait déterminer. On peut estimer que les anciens sont descendus à 30 mètres au plus de la surface du sol. Ils ont exploité le minerai au moyen de travaux en gradins, ainsi que le décèlent les débris d'anciens étais qu'on rencontre çà et là.

La blende laissée intacte dans les galeries ou rejetée dans les déblais montre que les travaux des anciens ont eu pour seul but l'exploitation de la galène.

En 1841, une Société reprit les travaux, elle fit un puits, une galerie de coupement de 75 mètres environ et une galerie de direction suivant le filon. Lorsqu'on fut arrivé, au moyen du puits, dans le voisinage d'une ancienne galerie, les moyens d'exploitation manquèrent à cette Société, et la mine retomba le 23 mars 1843 dans le domaine de l'Etat, par arrêté du con

seil des mines. Il paraît que les travaux repris en 1841 avaient eu aussi pour unique but l'exploitation de la galène.

Mais, comme il était démontré, d'après les déblais qui couvraient le sol des galeries et par la présence de la blende dans le filon de galène exploité, que les anciens n'avaient extrait que de la galène, abandonnant le plus possible la blende dont la valeur n'était pas connue à cette époque; comme en outre la blende atteignait jusqu'à un mètre de puissance dans certains points, la mine fut bientôt remise en exploitation. La nouvelle Société a marché d'après les errements de ses prédécesseurs, c'est-à-dire qu'on n'a établi aucune exploitation régulière, et que ses travaux ont été tout à fait insignifiants. Elle a exploité seulement quelques mètres du filon aux deux extrémités d'une galerie; mais elle a retiré une assez grande quantité de blende des anciens déblais, ainsi que de la partie du filon laissée intacte dans cette galerie.

Afin d'étudier les travaux exécutés avant 1845 et de connaître mieux le régime du filon, nous avons cru devoir entreprendre dans ces anciens travaux une série de recherches, soit en poursuivant les travaux antérieurs, soit en y pratiquant de nouveaux travaux.

Les principaux travaux reconnus consistaient en : 1° Un puits; 2° un gesenck; 3° une galerie d'écoulement; 4° une galerie de direction au 1er niveau; 5° une galerie de direction au 2e niveau. Cette dernière était divisée, comme la précédente, en deux parties par le puits, l'une vers l'est et l'autre vers l'ouest.

Dans le but d'étudier le filon en profondeur, on a foncé le gesenck; la place choisie pour le gesenck se trouvait dans un renflement inusité du filon: sa puissance dépassait 2 mètres dont la blende pure formait 1m30 et occupait la région moyenne; le surplus consistait en fer spathique et surtout en quartz.

La direction des deux premières galeries, faites suivant le filon, a lieu en moyenne de l'Est 5° Nord à l'O. 5° S., c'est-à-dire de l'E. un peu N. à l'O. un peu S.; par conséquent la direction moyenne du filon est de l'E. 5° N. à l'O. 5° S., c'est-à-dire sensiblement semblable à celle des couches de la grauwacke, si toutefois la fissilité caractéristique de la grauwacke représente en ce point la véritable stratification de cette roche.

L'inclinaison du filon a lieu vers le N. un peu O.; elle est très considérable en général; moyennement elle varie entre 75° et 80°; le filon est même presque vertical dans un puits ouvert sui-

vant le filon, au milieu de la galerie E. au 2e niveau, et à 20 mètres du puits.

Au 1er novembre 1845, la puissance moyenne du filon dans le bure était de 1m50; au fond de la galerie de l'Est elle était de 1m20; dans la galerie de l'Ouest elle était également très considérable, car lorsque nous avons examiné le filon dans cette dernière galerie, il avait près de 1 mètre de puissance, sans compter l'épaisseur de la galène exploitée par les anciens. En prenant la moyenne des deux moyennes précédentes, qui sont approximativement celles des autres galeries, on aurait 1m35 pour puissance moyenne du filon de l'Antonius au 1er novembre 1845.

La continuation des recherches, soit dans les anciennes galeries sur plus de 100 mètres d'étendue, soit dans le bure, ont confirmé l'exactitude des nombres précédents; ces travaux ont en outre démontré la régularité de l'allure générale du filon. Dès lors il a été possible d'être fixé sur le régime du filon de l'Antonius.

De prime abord on voit deux filons distincts; ils sont séparés l'un de l'autre par de la grauwacke, c'est à dire par la roche normale et non pas uniquement par des roches de remblais. Ces deux filons résultent du remplissage de deux fentes produites dans la grauwacke; mais l'une des fentes n'est que secondaire, et par suite il n'y a qu'un filon principal; au reste ils se réunissent à une petite distance, à 80 mètres environ du puits, vers l'Est.

Dans la partie où le filon secondaire est séparé par le filon principal, on trouve, comme le montrent la coupe et le plan ci-joints, outre le toit et le mur qui sont de la grauwacke,

1° de 0m,65 à 0m,95 de blende;

2° de 0m,20 à 0m,25 de galène;

3° une mince couche de grauwacke assez mal caractérisée;

4° de 1m,50 à 1m,80 grauwacke grenue et plus ou moins argileuse;

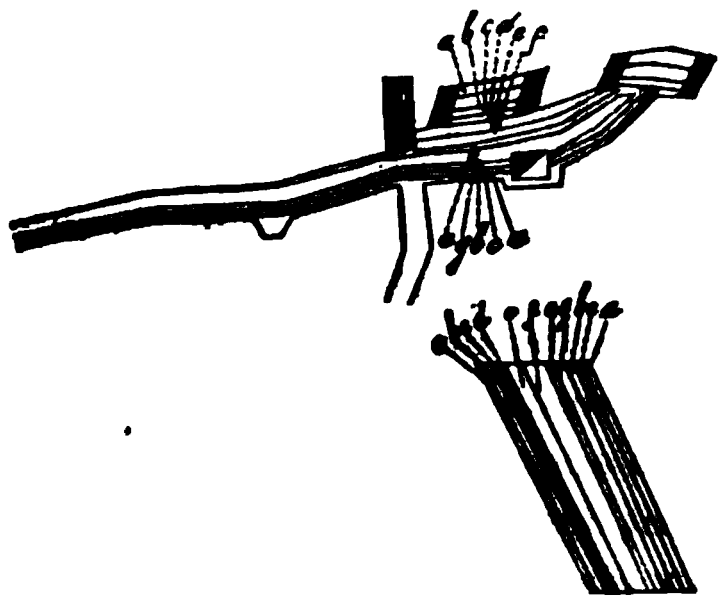
5° une couche de grauwacke phylladienne de même puissance;

6° une mince couche de grauwacke assez mal caractérisée;

7° de 0m,65 à 0m,70 de fer sidérose (carbonate de fer);

8° de 0m,50 à 0m,60 de blende;

9° de 0m,25 à 0m,28 de galène.



a — Grauwacke;
b — Blende;
c — Galène;
d — Grauwacke mal caractérisée;
e — Grauwacke grenue et plus ou moins argileuse;
f — Grauwacke phylladienne;
g — Sidérose.

ie est la coupe moyenne; mais dans certaines parties, le rincipal de blende augmente considérablement. La galène robablement alors la progression inverse, et réciproque- cependant il a été reconnu par les travaux d'exploitation r certains points, la galène et la blende augmentent simul- ent de puissance.

lisposition intérieure du filon de l'Antonius est à partir du 1° sidérose (stahlstein), 2° galène, 3° blende; bien entendu tte division n'a rien d'absolu, et qu'il existe même souvent entre les trois minerais. Cependant l'ensemble de ces mi- donne lieu à un filon rubané; chaque bande métallique linairement très tranchée, et il n'y a généralement de mé- que vers les limites des bandes.

ninéral qui forme la gangue de la blende, comme celle de ne, est du quartz; mais un fait remarquable, c'est la rareté gangue; d'un autre côté le quartz ne souille pas ordinai- t l'intérieur des parties métalliques. La supériorité de la extraite jusqu'à présent est due à cette grande pureté qui, ·pète, est la circonstance la plus remarquable et en même la plus avantageuse que présentent ces gisements; les , d'ailleurs, sont bien nettement séparées de la grauwacke ante par des salbandes argileuses, appelées *letter* dans le e des mineurs allemands.

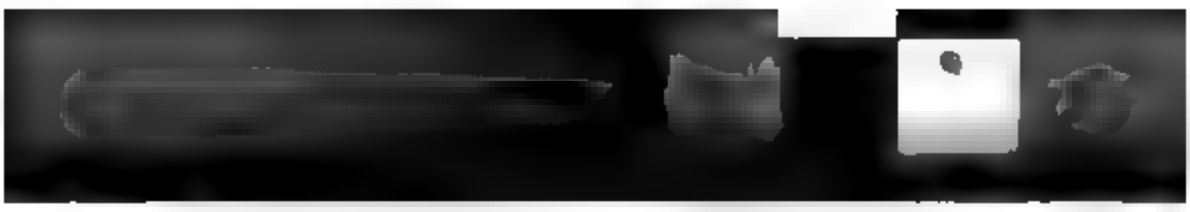
a dit et répété plusieurs fois depuis 1845 qu'à l'Antonius ıvait être tombé sur un renflement du filon. D'abord je ne ends pas comment un renflement de filon pourrait con-

server son allure sur une longueur de 150 mètres et sur une grande profondeur; en second lieu il devrait paraître bien extraordinaire, même à des personnes étrangères à la géologie, que l'on fût constamment tombé sur des renflements partout où l'on a reconnu des filons; qu'ainsi dans les mines, l'Antonius, l'Altenbruck, l'Éléonore, le Julien, etc., qui sont à des distances considérables les unes des autres, et où l'on a mis à nu les filons, on fût précisément tombé sur des renflements. D'ailleurs il n'est point de filon qui n'augmente et ne diminue de puissance dans son étendue; ce sont des faits naturels auxquels les mineurs sont habitués. Ce qu'il y a aussi de certain, c'est que les filons de l'Antonius, de l'Altenbruck, de l'Éléonore, du Julien, etc., sont réguliers et d'une puissance moyenne inusitée. Je ne prétends point que l'on n'y rencontrera jamais de crins, ni de failles : l'avenir seul peut décider cette question; néanmoins il est probable que l'on trouvera peu de ces accidents. Au reste, quoiqu'il soit à désirer, pour la facilité de l'exploitation, que l'on n'en rencontre jamais, ces accidents ne détruisent nullement les filons, ils les compliquent seulement; et l'art des mines serait trop facile, si le mineur n'était pas obligé d'apprendre à se rendre maître de ce que beaucoup de personnes étrangères à la géologie appellent des caprices de la nature.

Adoptant le mode d'exploitation dit exploitation par galeries en gradins renversés, nous avons choisi le point le plus convenable pour ouvrir le nouveau puits d'exploitation. Tout calcul fait, nous avons placé le nouveau puits à une distance de $40^m,60$ et au N. 10° 56' O. (nord vrai) de l'ancien puits, en comptant 20° pour l'angle que font entre eux le méridien solaire et le méridien magnétique, dans ce moment (1846). La différence de niveau qui existe entre les deux puits est de $6^m,20$, c'est-à-dire que l'orifice du nouveau puits est à $6^m,20$ au-dessus de celle de l'ancien puits. Le grand puits doit rencontrer le filon à 234 mètres environ (1).

On a de plus ouvert quelques travaux dans la direction du filon vers l'est de l'Antonius. C'est ainsi qu'on a commencé vers le N.-E. et de l'autre côté du vallon, à $527^m,28$ de distance et à 16 mètres au-dessus de l'ancien puits, et à 500 mètres environ du nouveau puits, dans un endroit nommé Goldknippen, un puits de recherches qui a été désigné sous le nom de Goldknippen.

(1) Depuis la rédaction de ce Mémoire, on a exécuté des galeries de coupements, et l'on a atteint les résultats prévus.



ne ligne tirée de l'ancien puits de l'Antonius au puits du Goldknippen fait avec la ligne N.-S. un angle de 34° 50′. Sur toute la surface qui sépare l'ancien puits de celui du Goldknippen on remarque des traces d'anciens travaux et des débris de minerai. Ces travaux doivent dater d'une époque très reculée et ne consistent, selon toute apparence, qu'en travaux superficiels, c'est-à-dire exécutés à ciel ouvert suivant le mode ordinairement usité pour les carrières et les minières. Ils sont donc peu profonds, mais ils deviennent d'un grand secours, parce qu'ils décèlent expérimentalement la direction du filon, qui, du reste, est conforme à celle que l'on a déterminée par les travaux de l'Antonius et avec la boussole.

On a établi le puits de recherches du Goldknippen sur le penchant de la colline et sur d'anciennes minières. Il a été ouvert en un point où une bifurcation observée dans la direction des anciennes haldes semblait indiquer la présence ou d'un filon croiseur, ou d'une branche du filon principal. En effet, les anciens travaux, très apparents à la surface, se bifurquaient à peu de distance de l'endroit où le puits est établi, et paraissaient indiquer que le filon s'est divisé ou qu'il s'est éloigné considérablement de sa direction première. C'est pourquoi M. Plisson a pensé qu'il était plus rationnel de placer ce puits dans l'alignement des anciens travaux les plus importants, et il a choisi un endroit où l'on était entouré de tous côtés par les anciennes haldes. La ligne qui va de l'ancien puits de l'Antonius à ce nouveau puits fait avec le nord un angle de 34° 50′. Ce puits a été foncé jusqu'à 19m,85. A cette profondeur on a pratiqué deux coupements, l'un dirigé du côté du nord, l'autre du côté du sud; ces coupements ont démontré que le filon et le terrain avaient éprouvé un dérangement notable dans leurs allures: le filon n'a été atteint qu'à 12m,85 du puits dans la galerie dirigée du côté du sud, et l'on a vu qu'il avait été exploité en partie.

Ainsi, dans le but de reconnaître si le filon de l'Antonius avait de la continuité et une allure régulière, à 500 mètres environ de distance de sa partie connue ou du puits de l'Antonius, et suivant la direction calculée vers le N.-E., on a ouvert un puits. Or, ces travaux de vérifications ont fait retrouver le filon et ont prouvé qu'il était permis de compter désormais sur la constance, sauf quelques petits accidents, dans le régime du filon de l'Antonius. Ce résultat avait une grande importance, car il démontrait expérimentalement la constance des filons de la contrée qui étaient encore peu connus.

La mine de l'Éléonore à une lieue au nord de l'Antonius, près d'un hameau appelé Malscheïd, a été également exploitée autrefois dans sa partie supérieure. Un puits, une galerie d'écoulement, d'autres petites galeries et un gesenck composaient les travaux reconnus en juillet 1845. La galerie de l'Ouest est creusée dans l'intérieur du filon; celle de l'Est, au contraire, se dirige à travers banc, perpendiculairement à peu près à la première et doit avoir eu pour but de recouper le gîte métallique; le filon avait été presque complétement enlevé dans la galerie de direction.

Les travaux exécutés ont fourni les documents suivants :

La direction de la fissilité ou des couches de grauwacke a lieu de l'E.-E.-N.-E. environ à l'O.-O.-S.-O.; le filon se dirige 77° E. sous l'inclinaison 85° N., en d'autres termes sa direction a lieu de l'E. 13° N. à l'O. 13° S., et son inclinaison est de 85° au N. 13° O. La puissance moyenne était pour le filon de 1m,30.

La blende dominait dans les galeries E., où elle atteignait jusqu'à près d'un mètre de puissance. Dans les galeries O., c'était le contraire : la galène atteignait jusqu'à 60 centimètres de puissance, mais en général les minerais sont beaucoup plus mélangés à l'Éléonore qu'à l'Antonius, et la chalkopyrite se trouve en plus grande abondance dans la première mine que dans la dernière.

La constance dans l'allure, le régime et la puissance du filon ont été définitivement reconnus au moyen du bure et des galeries. Ce filon, composé en grande partie de blende, plus ou moins pure, avait dû être jugé improductif à une époque où le traitement de la blende et peut-être même sa composition n'étaient pas connus : aussi le gesenck, ne descendait pas plus bas que la galerie inférieure et je suis porté à penser que les anciens travaux s'arrêtaient à ce niveau.

A l'ouest du puits de l'Éléonore et dans la direction du filon, existe une succession d'anciennes haldes et d'anciens puits complétement comblés. Ces derniers, indiqués à la surface seulement par une dépression du terrain, ne sont distants les uns des autres que de quelques mètres, et leur remblaiement soit naturel, soit fait à dessein, paraît remonter à une époque fort éloignée.

La mine du Penny est située au N. 44° 38′ O. de l'Éléonore, à 111m.46 de distance et à 7m.10 au-dessus de cette dernière mine, ainsi que dans la direction de son filon. Il est du reste très facile de voir que le filon du Penny est la continuation de

celui de l'Éléonore. Les travaux du Penny ont été repris depuis le commencement de septembre 1845.

Le puits du Penny, situé, comme je l'ai dit, à 111m,46 de l'Éléonore, a été foncé jusqu'à 30 mètres environ. On y a fait un coupement dirigé vers le sud, et après avoir rencontré de petites veinules, à 14 mètres environ le filon a été atteint. Puis on a suivi ce filon par une galerie de direction sur une longueur de 30 mètres environ; on a aussi fait dans ce puits un coupement vers le Nord.

On a pratiqué diverses tranchées suivant l'alignement des anciennes haldes et la direction présumée du filon. Or, ces tranchées ont fait connaître des affleurements en plusieurs points et un 2e filon ou un appendice du filon principal. Le filon secondaire renfermait beaucoup de quartz et un peu de minerai de cuivre mélangé avec les autres minerais.

Dès le commencement d'octobre 1845, on avait fait exécuter des recherches au milieu des anciens travaux qui sont situés au Phénix, et qui, à en juger par la grande quantité de débris, doivent avoir été très développés; car dans ce lieu, encore plus qu'ailleurs, on voit sur le penchant de la colline une quantité étonnante de ces travaux de surface, probablement exécutés à ciel ouvert, pour la plupart. Les travaux au jour, consistant en deux systèmes de puits et de haldes, distants l'un de l'autre d'un millier de mètres, indiquent clairement que le filon n'a été attaqué par les anciens qu'en ces deux points.

On a pratiqué des tranchées sur divers points, en se plaçant presque perpendiculairement à la ligne des anciens travaux, et de manière à couper la partie intacte du filon. On a donc fait : 1° plusieurs tranchées qui sont dirigées 10° E.; 2° un puits dont le plus grand axe court 75° O.

Les couches de la grauwacke sont au Phénix dirigées N. 85° E. sous une inclinaison de 60° N.

Dans une position extrêmement favorable, au pied de la petite ville de Bensberg, sur la chaussée de Siegen à Cologne, et à 2 lieues de cette dernière ville, la mine du Julien présente le plus grand intérêt.

Lorsqu'en 1845, on reprit les recherches, on reconnut un puits, une galerie d'écoulement et l'inséparable gesenck, servant d'issue à des galeries inférieures; mais le peu d'étendue des travaux, le nombre assez grand d'excavations commencées en tous sens, rudiments de galeries incohérentes, firent voir que ces travaux n'étaient que des tâtonnements en-

La mine de l'Éléonore à une lieue au nord de l'Antonius, près d'un hameau appelé Malscheïd, a été également exploitée autrefois dans sa partie supérieure. Un puits, une galerie d'écoulement, d'autres petites galeries et un gesenck composaient les travaux reconnus en juillet 1845. La galerie de l'Ouest est creusée dans l'intérieur du filon; celle de l'Est, au contraire, se dirige à travers banc, perpendiculairement à peu près à la première et doit avoir eu pour but de recouper le gîte métallique; le filon avait été presque complétement enlevé dans la galerie de direction.

Les travaux exécutés ont fourni les documents suivants :

La direction de la fissilité ou des couches de grauwacke a lieu de l'E.-E.-N.-E. environ à l'O.-O.-S.-O.; le filon se dirige 77° E. sous l'inclinaison 85° N., en d'autres termes sa direction a lieu de l'E. 13° N. à l'O. 13° S., et son inclinaison est de 85° au N. 13° O. La puissance moyenne était pour le filon de 1m,30.

La blende dominait dans les galeries E., où elle atteignait jusqu'à près d'un mètre de puissance. Dans les galeries O., c'était le contraire : la galène atteignait jusqu'à 60 centimètres de puissance, mais en général les minerais sont beaucoup plus mélangés à l'Éléonore qu'à l'Antonius, et la chalkopyrite se trouve en plus grande abondance dans la première mine que dans la dernière.

La constance dans l'allure, le régime et la puissance du filon ont été définitivement reconnus au moyen du bure et des galeries. Ce filon, composé en grande partie de blende, plus ou moins pure, avait dû être jugé improductif à une époque où le traitement de la blende et peut-être même sa composition n'étaient pas connus : aussi le gesenck, ne descendait pas plus bas que la galerie inférieure et je suis porté à penser que les anciens travaux s'arrêtaient à ce niveau.

A l'ouest du puits de l'Éléonore et dans la direction du filon, existe une succession d'anciennes haldes et d'anciens puits complétement comblés. Ces derniers, indiqués à la surface seulement par une dépression du terrain, ne sont distants les uns des autres que de quelques mètres, et leur remblaiement soit naturel, soit fait à dessein, paraît remonter à une époque fort éloignée.

La mine du Penny est située au N. 44° 38′ O. de l'Éléonore, à 111m.46 de distance et à 7m.10 au-dessus de cette dernière mine, ainsi que dans la direction de son filon. Il est du reste très facile de voir que le filon du Penny est la continuation de

lui de l'Éléonore. Les travaux du Penny ont été repris depuis commencement de septembre 1845.

Le puits du Penny, situé, comme je l'ai dit, à 111m,46 de Éléonore, a été foncé jusqu'à 30 mètres environ. On y a fait ı coupement dirigé vers le sud, et après avoir rencontré de ıtites veinules, à 14 mètres environ le filon a été atteint. Puis ı a suivi ce filon par une galerie de direction sur une longueur ; 30 mètres environ; on a aussi fait dans ce puits un coupe- ıent vers le Nord.

On a pratiqué diverses tranchées suivant l'alignement des an- ennes haldes et la direction présumée du filon. Or, ces tran- ıées ont fait connaître des affleurements en plusieurs points et n 2e filon ou un appendice du filon principal. Le filon secon- aire renfermait beaucoup de quartz et un peu de minerai de uivre mélangé avec les autres minerais.

Dès le commencement d'octobre 1845, on avait fait exécuter es recherches au milieu des anciens travaux qui sont situés au 'hénix, et qui, à en juger par la grande quantité de débris, doi- ent avoir été très développés; car dans ce lieu, encore plus u'ailleurs, on voit sur le penchant de la colline une quantité tonnante de ces travaux de surface, probablement exécutés à iel ouvert, pour la plupart. Les travaux au jour, con- stant en deux systèmes de puits et de haldes, distants l'un de autre d'un millier de mètres, indiquent clairement que le filon 'a été attaqué par les anciens qu'en ces deux points.

On a pratiqué des tranchées sur divers points, en se plaçant resque perpendiculairement à la ligne des anciens travaux, t de manière à couper la partie intacte du filon. On a donc ait : 1° plusieurs tranchées qui sont dirigées 10° E. ; 2° un puits lont le plus grand axe court 75° O.

Les couches de la grauwacke sont au Phénix dirigées N. 85° E. sous une inclinaison de 60° N.

Dans une position extrêmement favorable, au pied de la pe- ite ville de Bensberg, sur la chaussée de Siegen à Cologne, et à 2 lieues de cette dernière ville, la mine du Julien présente le plus grand intérêt.

Lorsqu'en 1845, on reprit les recherches, on reconnut un puits, une galerie d'écoulement et l'inséparable ge- senck, servant d'issue à des galeries inférieures; mais le peu d'étendue des travaux, le nombre assez grand d'excavations commencées en tous sens, rudiments de galeries incohérentes, firent voir que ces travaux n'étaient que des tâtonnements en-

trepris par les anciens dans le but de rencontrer le gîte métallifère dont la présence était attestée au jour par les indices ordinaires. La galerie de l'ouest, dont la direction se rapportait parfaitement à celle des filons métalliques de la contrée, était-elle effectivement poussée dans le filon, qui à cet endroit serait stérile? ou bien était-ce une erreur des anciens qui auraient fait fausse route? Telle était la question à résoudre.

D'après ces données, M. Plisson avait fait exécuter dans une partie des anciens travaux des recherches qui étaient infructueuses, lorsque, peu de temps après, combinant les faits étudiés au Julien avec les faits généraux que nous avions reconnus dans les filons de la contrée, nous arrêtâmes ensemble un projet de recherches sur un point situé à une petite distance de celui où les explorations étaient restées stériles, mais encore au milieu d'anciens travaux. Or, à peine quelques jours s'étaient-ils écoulés que l'on découvrit le filon.

Les travaux abandonnés consistent en :

1° Un puits;

2° Une galerie d'écoulement;

3° Un gesenck;

4° Un bure;

5° Deux galeries aboutissant à ce bure;

6° Des rudiments de galeries.

Les anciens travaux où l'on a fait de nouvelles recherches, et les travaux exécutés pour ces premières recherches, comprennent :

1° Un puits;

2° Une galerie;

3° Un bure;

4° Une galerie suivant le filon, mais remblayée en partie pour cause de sûreté;

5° Un coupement vers le prolongement du filon.

La distance entre le puits abandonné et le puits d'extraction est de 185 mètres, et l'orientation du dernier par rapport au premier est de 29° 31′ à l'ouest.

La direction de la galerie est de 36° E.; celle de la galerie dans le filon est de 125° E.

L'inclinaison du filon s'approche de l'angle droit.

Durant les premières explorations, très souvent la partie non exploitée du filon a offert $1^m,60$ de puissance, tandis que la partie exploitée donnait de 50 centimètres à $1^m,40$.

A un certain moment, le filon ayant diminué sensiblement en

puissance et en richesse dans la galerie E., et même ayant presque disparu, on pensa que l'on avait laissé de côté la veine principale et que l'on travaillait dans une veine latérale, tandis que le filon principal devait se trouver plus au sud. Or, un coupement entrepris dans le toit de la galerie et poussé jusqu'à 4m,30 traversa effectivement d'anciennes galeries et d'anciens travaux d'exploitation. Dans la galerie de l'O. on a aussi pratiqué un coupement au mur pour reconnaître s'il n'existait pas un second filon, comme quelques indices pouvaient donner lieu de le croire. Mais ce coupement fut bientôt arrêté et une galerie vers l'ouest fut ouverte dans le filon.

Le gesenck étant arrivé à la profondeur de 13m,73, et les eaux ayant augmenté d'une manière sensible, on résolut de ne pas creuser plus longtemps et d'aller directement au filon; à cet effet un coupement fut ouvert à la profondeur de 11m,80 au-dessous du 1er niveau, et, au bout de quelques mètres, on rencontra le filon, dans lequel on continua à s'avancer.

Le filon, recoupé au 2e étage et poursuivi en direction, se présenta bientôt avec une grande puissance, et l'on reconnut aussi qu'il existait deux veines, l'une contenant plus particulièrement de la blende, et l'autre de la galène; mais ces deux filons ne sont qu'une bifurcation du filon principal, qui en se réunissant donne lieu à des renflements considérables.

Tous les travaux d'exploration dont je viens de parler ont été grandement développés. La puissance du filon a été variable, puisqu'elle a été de 7 mètres en plusieurs points et de 1 mètre en d'autres; la richesse a varié autant que la puissance, mais on peut fixer la puissance moyenne du filon à 2 mètres. Enfin, quoique la blende soit très abondante au Julien, ce gîte offre plutôt une mine de galène qu'une mine de blende.

En remontant la route de Cologné à partir de la mine le Frédéric Wilhelm, on rencontre à 2 kilom. environ la Flora, et à 6 kilom. la mine le Bleisenbach. La seconde mine présente quelques circonstances particulières. La disposition des haldes indique que les travaux ont été exécutés à plusieurs reprises et à des époques très différentes.

Les masses d'anciens déblais sont énormes et contiennent de la blende en assez grande quantité; de nombreuses scories de plomb dénotent, ainsi que d'anciens débris de constructions trouvés sur les bords du ruisseau, la présence de fourneaux de fusion probablement antérieurs au déboisement du pays.

Les mines de l'Altenbruck renferment de grandes richesses

en blende; elles sont, en outre, heureusement disposées pour les travaux d'exploitation.

Parmi les mines de l'Altenbruck, celle du Frühling est jusqu'à présent la seule qui soit en exploitation; on peut reconnaître facilement, par l'étendue des travaux, que l'allure du gîte est assez régulière pour que l'on puisse compter sur un abattage constant.

L'exploitation actuelle du Frühling s'étend sur une longueur de plus de 150 mètres en direction.

Le puits, qui est en communication avec la galerie d'écoulement du Frühling, a recoupé un gîte puissant de blende; mais en ce point la blende est mélangée avec les roches du toit et du mur.

Jusqu'à présent les mines de l'Altenbruck n'ont offert que fort peu de galeries, mais en revanche la blende y est extrêmement abondante.

Le minerai du filon de Backhaus est une galène à très larges facettes de la plus grande pureté, et dénuée de toute espèce de mélange, soit de gangue, soit de minerais étrangers. Ce filon est malheureusement fort mince; la puissance moyenne, dans l'étendue observée, peut être de $0^m,12$; il se dirige entre 9 et 10 heures, ou mieux N. 35° O. Son inclinaison est très forte, et peut être comprise entre 75° et 80° vers l'E.

La direction des couches de grauwacke, qui forme le terrain encaissant, se rapproche de la ligne E.-O.; à une centaine de mètres du puits, quelques feuillets de schistes grauwaciques, affleurant au jour, présentaient une direction E. 70° N.-E.

Conclusions sur les filons des provinces rhénanes, et réflexions sur les gîtes métallifères en général, ainsi que sur les divers minerais qu'ils présentent.

Tous les filons de blende étudiés jusqu'à présent sont liés entre eux par des rapports généraux. Ils sont sensiblement parallèles entre eux, et se dirigent en moyenne de l'E.-N.-E. à l'O.-S.-O. Sur certains points ils sont presque parallèles à la fissilité de la grauwacke, tandis que dans d'autres endroits ils coupent la ligne de fissilité suivant des angles plus ou moins grands, et se présentent sous des inclinaisons différentes de celles du clivage de la grauwacke. En sorte que l'allure de ces filons serait indépendante de la stratification de la grauwacke, si la fissilité représentait la stratification véritable de la grau-

wacke. Mais, dans un grand nombre de localités, le clivage de la grauwacke est différent de la direction des couches; et si les filons semblent quelquefois être parallèles au clivage de la grauwacke, c'est parce qu'ils se sont souvent glissés entre les plans de séparation de la roche, c'est-à-dire suivant les plans de moindre résistance, ou bien parce que les fractures secondaires ont été déterminées avec plus de facilité dans le sens du clivage de la roche, comme le produirait un effort agissant un peu obliquement aux tranches d'un livre. Les gîtes métallifères dont il s'agit sont donc de véritables filons qui résultent de fentes de dislocations parallèles, produites dans la grauwacke et remplies de bas en haut.

D'un autre côté, la direction générale de ces filons se rapprochant de celle du terrain encaissant, les fentes sont peut-être dues au système de dislocation qui a relevé les couches de la grauwacke. Quant au remplissage, il peut avoir lieu à la même époque, comme il peut avoir été postérieur et successif. D'après la disposition rubanée de ces filons, je suis plutôt porté à admettre la dernière hypothèse, les différents minerais qui les forment ayant dû, selon toute apparence, arriver généralement à des époques, sinon très éloignées, du moins différentes. Le beau travail de MM. Dufrénoy et Elie de Beaumont sur les filons métallifères de l'Angleterre conduisait déjà à une conclusion plus large; car ces savants géologues y ont décrit des filons de même nature qui affectent des directions différentes, et qui se coupent; il se serait donc formé, suivant eux, des fentes à des époques différentes, et ces fentes auraient été remplies des mêmes matières également à des époques différentes. Néanmoins, les filons de cassitérite du Limousin, qui se rencontrent sans se couper, nous prouvent que des filons de même nature et de même époque peuvent avoir des directions différentes. Dans ce pays, comme dans plusieurs autres, la matière des filons a profité des fentes préexistantes, qu'elle a remplies à la même époque, pour former des filons de directions différentes.

Quoique l'idée du parallélisme fût déjà indiquée par Sténon, Varénius, etc., Henckel a été le premier qui l'ait précisée, qui en ait démontré l'exactitude par son travail sur l'arrangement des filons. Puis vinrent Werner et Schmidt, qui ont formulé le principe que, dans un même district de mines, tous les filons d'une même nature doivent leur origine à des fentes parallèles. Cette notion de contemporanéité des fractures parallèles entre elles, et de la différence d'âge des fractures ayant des directions

différentes, était donc une espèce d'axiome, même du temps de l'école de Freyberg. On connaît toute la valeur et le caractère de généralité qu'a su plus tard lui donner M. Elie de Beaumont, en l'étendant à tous les genres de dislocations éprouvées par l'écorce du globe, et par suite au classement des terrains qu'elle nous présente.

Comme expression générale des faits et des principes admis par l'école de Freyberg, voici ce que disait Werner :

« Ordinairement les filons de différentes natures se croisent, » tandis que les filons qui affectent la même direction présen- » tent les mêmes substances, et appartiennent à la même for- » mation. Les filons de la même époque sont sensiblement pa- » rallèles entre eux, et le filon croiseur est plus récent que le » filon coupé. Un même district peut offrir des filons apparte- » nant à des époques très différentes : à Freyberg on remarque » des filons de huit époques ou formations; mais à ce nombre » ne se borne pas celui des époques, si l'on considère toute la » surface du globe. Il y a eu des métaux plus anciennement » formés les uns que les autres (Ordre chronologique : 1° étain, » molybdène; 2° urane, bismuth; 3° or, argent, antimoine, » mercure, manganèse; 4° cuivre, plomb, zinc; 5° cobalt, » nickel).

» Il en est de même des filons pierreux (1). »

Quoi qu'il en soit des phases subies par le principe du parallélisme et par celui de la nature des matières qui composent les filons, il faut distinguer : 1° Les fentes, 2° les matières qui les remplissent ou les filons. Or, toutes les fentes parallèles d'une certaine importance sont de même âge, et les fentes qui affectent des directions différentes entre elles sont d'âges différents. Si les fentes parallèles peuvent avoir été remplies à des époques différentes et par des modes différents, il paraîtrait rationnel aussi d'admettre que les filons composés normalement des mêmes matières, en exceptant toutefois les filons qui sont composés de roches d'origine ignée, peuvent être d'époques différentes. En effet, les filons métalliques ou pierreux qui ne constituent pas des roches proprement dites, sont des infiniment petits comparativement aux dimensions du globe, et les matières qui les forment peuvent, eu égard à leurs petits volumes, résulter d'injections ou d'émanations accidentelles, de

(1) *Neue Theorie von der Entschung der Gänge*, etc.; par abr. : Gottlob-Werner, in-8°; Freyberg; Gerlach, 1791.

ifférentes époques; tandis que les filons composés de roches véritables sont des appendices de grandes formations ignées t rentrent dans les lois, sinon absolues, du moins très généales qui établissent des rapports entre les époques de productions et les compositions normales de ces roches. Cependant, si 'on ne doit pas appliquer avec autant de rigueur aux filons métalliques le principe qui lie entre elles la composition des ilons et l'époque de leur formation, ce principe paraît offrir pour les filons métalliques plus de généralité qu'on ne le suppose aujourd'hui. En sorte qu'il faudrait, il me semble, attribuer plus d'importance qu'on ne le fait généralement à la théorie de Werner, qui établit des relations entre la composition et l'âge des filons; tout au moins je pense qu'au lieu de la négliger, quelquefois même de la rejeter sans examen approfondi, les géologues devraient diriger leurs investigations vers cet ordre d'idées. Mais pour arriver à la solution d'un problème aussi difficile, il importe de ne pas oublier qu'il y a deux genres principaux de filons-fentes : 1° ceux qui ont été remplis de bas en haut, 2° ceux qui ont été remplis de haut en bas. Le premier genre comprend seul les filons proprement dits, c'est-à-dire ceux qui peuvent être rattachés par des lois générales, soit que les fentes aient été remplies par des matières en fusion, soit qu'elles l'aient été par des vapeurs ou des émanations gazeuses (1).

D'après l'ensemble des recherches que j'ai faites sur les filons, je suis porté à adopter l'opinion de Werner, savoir : qu'il existe des relations d'une certaine généralité entre la direction des filons proprement dits, la nature des matières dont ils sont normalement composés, et l'époque de leur formation.

Revenant aux filons de blende et de galène de la Prusse, la formation des fentes et leur remplissage sont évidemment postérieurs au terrain de la grauwacke, mais ils sont antérieurs au terrain anthraxifère; car une grande partie des gîtes calaminaires de la Prusse et de la Belgique sont dans le calcaire anthraxifère, et résultent d'un remplissage de cavités irrégulières, effectué aux dépens du démantèlement partiel des filons voisins de blende qui existent dans les terrains inférieurs. Ces filons, à l'époque de la formation du terrain anthraxifère ou postérieurement, ont été détruits à la surface; leurs débris ont été

(1) Il est bien entendu que, dans ce travail, il s'agit seulement des filons, et non des veines, des veinules, etc.

plus ou moins mêlés avec de l'argile, du calcaire, etc., et ont été enfouis sous forme de rognons et de fragments de différents volumes dans des poches ou des fentes des terrains anthraxifères, en donnant lieu a des amas, à des amandes, à de faux filons, etc. Or, cette opération s'est continuée jusqu'à des époques plus récentes; car, en Silésie, on trouve la calamine, la smithsonite, la zinconise, la willémite, etc., dans les mêmes circonstances, mais dans le terrain du trias; tandis que dans d'autres pays, tels que la France occidentale et la France méridionale, ces minerais remontent jusque dans le terrain oolitique. Les descriptions des gisements de blende et de calamine que nous ont données MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont dans leurs mémoires sur les gîtes métallifères de l'Angleterre, nous dévoilent les mêmes faits, que, du reste, nous retrouvons encore dans un grand nombre d'autres contrées.

Pendant le transport et postérieurement au remaniement dont je viens de parler, la blende de l'état de sulfure est passée à l'état d'oxyde, de carbonate et de silicate de zinc. plus ou moins parfaits, au moyen d'opérations toutes naturelles et qu'il est facile d'expliquer chimiquement, vu la nature des matériaux mis en présence, et les circonstances qui ont accompagné ou suivi le transport. Cette opinion est d'autant plus rationnelle, que l'on trouve souvent dans les amas de minerais désignés industriellement sous le nom collectif de calamine, surtout dans les parties inférieures des dépôts et dans les gros rognons, des portions qui sont encore à l'état de blende. D'un autre côté, plus les gîtes calaminaires sont éloignés des filons originaires, plus la décomposition de la blende est complète et plus sont rares les fragments d'un certain volume. En outre, on retrouve dans les gîtes calaminaires la galène plus ou moins décomposée et les autres substances minérales encore plus ou moins décomposées qui accompagnent la blende en filons. Je citerai le quartz parfois carié ou plus ou moins jaspoïde, la barytine, la galène plus ou moins altérée, quelquefois passée à l'état de céruse (par exemple a Kadaïnsk); la pyrite et le siderose avec limonite et oligiste, la chalkopyrite plus ou moins passée à l'état d'azurite (par exemple en Sibérie), etc. (1). Aucun gîte calaminaire n'a été trouvé jusqu'à présent dans un terrain inférieur

(1) On voit quelquefois dans les gîtes calaminaires, à la surface et dans les cavités intérieures, des minerais de zinc, des cristaux de soufre qui résultent de la décomposition de la blende, et même du

elui de la grauwacke, ni même dans ce dernier. Enfin, les nds gisements calaminaires sont dans le voisinage de filons nbreux et importants de blende. Telle est la position rela- e des gîtes calaminaires de Silésie et des environs d'Aix-la- apelle.

Les circonstances des gisements et le mode de formation de calamine ont fait le sujet des recherches de plusieurs géolo- es belges et allemands; malgré le nombre des exploitations l'évidence des faits, ces savants ne sont parvenus à au- ne conclusion rationnelle. Au nombre de ceux qui ont ayé de formuler une théorie, je citerai M. d'Omalius d'Hal- , dont l'opinion en géologie aura toujours un grand poids. , ce savant avait admis que les calamines devaient leur ori- e à des éruptions boueuses dans le genre de celles qu'il a nalées au milieu du Bassin parisien; mais les faits exposés écédemment détruisent naturellement une pareille théorie. Ces considérations théoriques font voir la grande différence i existe entre les véritables filons de blende et les gîtes de amine; en effet, les uns sont soumis à des règles générales, rs gisements sont pour ainsi dire inépuisables, leur exploi- ion régulière; au lieu que les autres sont plus ou moins li- tés, et sont soumis à des irrégularités incalculables. Outre différences de circonstances et de conditions que je viens de naler, il en est encore une très importante pour l'exploita- n, c'est que les terrains dans lesquels on rencontre la cala- ne, la smithsonite, etc., admettent une plus grande quantité au, à cause de leur nature et de leur position plus élevée ns l'échelle chronologique.

Pour donner un certain caractère de généralité aux conclu- ns que j'ai déduites de l'étude des filons de blende et de ga- e de la Prusse, je pourrais rappeler les filons de la Saxe et utres pays qui sont bien connus, et qui sont, comme ceux de Prusse, limités aux terrains anciens ou de transition. D'un tre côté, sans aller chercher des exemples aussi loin de nous, puis en trouver un assez grand nombre en France. Ainsi les ons de blende et de galène de la Bretagne, de la Vendée, du imousin, de l'Auvergne, de l'Aveyron, de la Lozère, des en- rons de Vienne, etc., sont renfermés dans les terrains anciens de transition. Ceux de la Vendée traversent le gneiss et le

---

pse qui a été formé au détriment du soufre de la blende et de la aux du calcaire

micaschite ou le talcschite; mais ils ne pénètrent jamais dans le lias qui est superposé à ces roches, et lorsqu'on trouve de la galène dans le lias ou les couches supérieures de cette contrée, ce minerai y est plus ou moins altéré à la surface et disséminé en rognons, en grains, en mouches, etc. Il est vrai, dans le Poitou, par exemple à Saint-Maixent, dans diverses localités de la Charente, notamment à Confolens, dans l'Aveyron, comme à Creisseils, etc., la galène se montre au milieu du terrain oolitique, en gîtes que l'on pourait prendre et qui ont été pris quelquefois pour des filons; mais un examen sérieux fait bientôt reconnaître que ces gîtes, loin d'offrir les caractères de véritables filons-fentes d'injection, affectent au contraire tous ceux soit de poches ou cavités irrégulières, soit de filons de remplissage de haut en bas. Comme en Prusse, en Belgique, en Angleterre, on y trouve associés et dans les mêmes circonstances, de la galène, de la blende, de la calamine, de la céruse, de la limonite, etc.; enfin ces gîtes ne sont jamais très éloignés des terrains anciens ou de transition, au milieu desquels on voit les filons qui ont fourni leurs matériaux.

La galène présente les mêmes circonstances de transport et de transformation que la blende; elle a donné lieu à la céruse, à l'anglesite, à la pyromorphite, à la vauquelinite, à la mélinose, etc. C'est ce qu'on observe surtout dans les parties supérieures des filons d'un grand nombre de localités, et dans les gîtes où la galène des filons a été transportée. Dans ces derniers gîtes on voit comme pour la blende que la partie interne des rognons de minerais de plomb épigéniques renferme souvent encore de la galène, mais ce minerai a généralement plus résisté à la décomposition que la blende par des causes qu'il serait, du reste, facile d'indiquer.

Comme les filons du 2e système des provinces rhénanes, c'est-à-dire les filons de minerais de cuivre, présentent des faits semblables à ceux que je viens de signaler pour les filons du 1er système, et comme ils ont été décrits avec beaucoup de soin par M. Burat, je me bornerai ici à quelques réflexions générales qui résultent de l'ensemble de mes observations. Ces filons du 2e système sont composés, ainsi que je l'ai déjà dit, de sulfure de cuivre principalement à l'état de chalkopyrite et de panabase.

Outre la différence de la direction générale des filons cuivreux avec celle des filons du 1er système, et leur pénétration dans des couches de transition géologiquement un peu plus élevées que celles où l'on trouve les filons de blende et de galène, je ferai observer que les filons de sulfures de cuivre coupent, surtout

dans la Saxe, les filons du premier système, et que les sulfures de cuivre souillent les filons de blende et de galène ou recouvrent en partie la surface de ces derniers minerais. tandis que le contraire n'a pas ordinairement lieu, c'est-à-dire que les filons de sulfures de cuivre ne sont pas souillés par la blende ni par la galène, et que ces derniers minerais ne recouvrent pas la surface des filons de cuivre. Enfin les matériaux provenant des filons cuivreux n'ont pas été transportés dans des terrains aussi anciens que ceux où l'on voit les matériaux résultant du démantellement des filons de blende et de galène. Donc les filons de minerais de cuivre sont plus modernes que ceux du premier système ; mais ils sont au moins antérieurs au terrain du trias et au terrain pénéen ou permien, comme l'attestent les gîtes de l'Oural, de la Thuringe, de Chessy, etc., où l'on trouve disséminés les minerais de cuivre qui proviennent du démantellement des filons originaires.

A la vérité, on cite en Espagne, en Algérie, dans le Maroc et en Italie, dont les districts métallifères ont été si bien décrits par MM. Burat et Coquand, on cite, dis-je, des filons cuivreux qui remontent dans des terrains géologiquement très élevés. Mais les descriptions et les coupes relatives à ces filons accusent des gîtes irréguliers ou qui ne présentent pas réellement les caractères des filons types de l'Allemagne ; en sorte que ces gîtes ne sauraient être assimilés aux filons proprement dits.

Le démantellement des véritables filons de cuivre et le transport de leurs matériaux ont donné lieu à des phénomènes et à des dépôts semblables à ceux dont j'ai parlé au sujet des filons de blende et de galène. L'altération et la décomposition des sulfures de cuivre ont produit de la zigueline, de l'azurite, de la malachite, de la melaconise, du cyanose, des arséniates, des phosphates et même du cuivre natif. Ordinairement on trouve au centre des rognons ou fragments du sulfure de cuivre, puis vient la zigueline qui est recouverte par de l'azurite ou de la malachite; dans des fragments d'azurite ou de malachite, la zigueline se montre au centre ; dans des fragments de malachite, l'azurite occupe la partie médiane. Des faits analogues ont lieu pour les autres minerais de cuivre ; en sorte que l'on peut non seulement suivre des passages graduels des substances les unes aux autres, mais encore reconnaître l'ordre établi pour la transformation des minerais les uns en d'autres, et voir que les sulfures sont les substances originaires. Dans les filons en place, ces formations de minerais aux dépens les uns des autres se produisent également ; mais les circonstances de décomposition ayant été moins favo-

rables, les transformations se présentent comparativement sur une petite échelle.

Quant au cuivre métallique des Sept- ontagnes, comme celui que l'on trouve dans divers pays, par exemple à Oberstein, au lac Supérieur, en Amérique, etc., il a été formé au détriment des filons de sulfure de cuivre, qui ont été traversés par des basaltes ou par d'autres roches d'origine ignée. On comprend sans difficulté comment la nature a pu opérer ces réductions, qui, du reste, s'appliquent aussi à d'autres minerais, et comment elle a pu, dans d'autres cas, transformer des sulfures, des carbonates, etc., en oxydes ou en différents autres composés, soit directement, soit à la faveur d'émanations gazeuses ou de vapeurs, telles que d'acide carbonique, d'acide chlorhydrique, de soufre, etc. Dans tous les cas, ces opérations que je rappelle n'excluent nullement, je me hâte de le dire, la formation de nouvelles substances par la voie électro-chimique ou d'un autre ordre, ainsi qu'on l'a constaté, notamment d'après les recherches de M. Becquerel. Je ne fais qu'enregistrer, peut-être avec plus d'insistance qu'on n'en a mis jusqu'ici, un mode particulier et important de formation de minéraux aux dépens d'autres substances minérales, afin d'appeler plus spécialement l'attention des géologues sur un sujet qui me paraît digne de leurs investigations.

Les gîtes des minerais de cuivre provenant du démantellement des filons originaires et transformés en tout ou en partie sont dans le terrain pénéen, dans le trias, et supérieurement à ce dernier. Je me contenterai de rappeler les gîtes de Chessy et de Saint-Bel, voisins de filons pyriteux; les gîtes d'azurite et de malachite de la Russie; ceux de Kapknic, qui nous montrent de la panabase avec d'autres minerais disséminés en rognons dans la rhodonite, etc.

D'un autre côté, on a en Prusse des exemples, sur une vaste échelle, de la formation de l'oligiste terreux et de la limonite ou oxydes de fer au moyen du sidérose des filons; les Alpes et beaucoup d'autres localités en offrent aussi des exemples.

Les observations précédentes s'appliquent enfin à un grand nombre d'autres minerais; mais je serais entraîné trop loin, si j'entreprenais de donner ici les détails qui leur sont relatifs; ceux que je viens d'exposer suffisent pour démontrer le caractère de généralité qui se rattache au genre de phénomènes dont j'ai parlé. Au reste, ce qui est très remarquable, et ce qui vient à l'appui des considérations précédentes, sous le rapport

la théorie chimique, c'est que certains minerais, même ès leur déplacement, persistent généralement à rester dans r état de composition originaire : je citerai comme exemple cassitérite; on voit, en effet, à leur égard, que les condi- ıs nécessaires à leur transformation ne se sont pas présentées. ısi les filons de quartz avec cassitérite du Limousin, qui se uvent dans le granite, le gneiss et le greisen, ceux de la Bre- ne, qui sont dans le granite, sans traverser les phyllades perposés à celui-ci, ont fourni, par leur destruction super- elle, des fragments de minerai qu'on retrouve dans les ter- ns supérieurs, et même dans les alluvions, toujours avec ır composition originaire; tandis que dans les mêmes pays, et ıs la Vendée, soit les filons de fer sulfuré, qui se limitent ssi aux terrains anciens, soit les filons de stibine, qui cou- nt seulement les terrains anciens et de transition, soit enfin filons de galène, de blende, etc., ont donné lieu, par leur struction partielle, à des fragments qu'on retrouve plus ou oins décomposés, et transformés en d'autres minéraux dans terrains supérieurs à ceux des gîtes originaires.

Il serait d'un grand intérêt de classer chronologiquement les ons des différentes substances métalliques; les principaux élé- ents qui peuvent servir de guides pour ce classement sont, mme on le sait, la direction, les terrains dans lesquels on serve les filons originaires, les entrecroisements de ceux-ci, les terrains dans lesquels on retrouve disséminés les rognons fragments de minerais qui y ont été transportés. Or, les ocuments que l'on possède à cet égard sont encore trop incer- ins et trop incomplets pour arriver à un résultat satisfaisant. 'ailleurs ne pouvant, sans sortir du cadre tracé à cet extrait, ıtrer ici dans tous les détails nécessaires, je renverrai, pour s explications plus complètes sur ce sujet, à la deuxième rtie de mes études géologiques et minéralogiques, qui traitent l'âge relatif des minéraux et des roches. D'un autre côté, rtains minerais, tels que l'oligiste spéculaire, la covelline, des inerais d'arsenic et de mercure, qui résultent souvent de la olimation d'autres minerais préexistants, peuvent appartenir les époques très différentes, et compliquent ainsi beaucoup question.

Relativement à la formation de certains minerais aux dépens utres minerais préexistants, je présenterai ici le tableau sui- ıt :

Minerais originaires :	*Minerais épigéniques :*
Réalgar.	Orpiment?
Stibine.	Exitèle, stibiconise, kermès.
?	Chrome oxidé.
Pyrite et autres fers sulfurés, aimant, oligiste, sidérose.	Limonite, oligiste terreux, vivianite, neutronite, fers sulfatés, etc.
Blende	Smithsonite, zinconise, calamine, willémite, gallizinite.
Koboldine, cobaltine, smaltine	Cobaltide, ehrythrine, rhodoïse, rhodalose.
Nickel sulfuré et nickel arsénié.	Nickelocre, néoplase.
Chalkosine, philipsite, chalkopyrite, panabase	Zigueline, mélaconise, mysorine, azurite, malachite, atacamite, cyanose, cuivres arséniatés, phosphatés, etc.
Galène.	Céruse, anglesite, massicot, minium, pyromorphite, plombs chlorurés, chromatés, molybdatés, etc.
Argents sulfurés	Argents chlorurés, iodurés, bromurés, etc.
Etc.	Etc.

Enfin, sous un point de vue général, on peut dire que les terrains anciens et les terrains de transition sont les gisements naturels des minerais, que ceux-ci ne se trouvent, pour ainsi dire, dans les autres terrains qu'à la suite d'un déplacement et d'un changement de nature plus ou moins complet, qu'enfin les minerais les plus abondants, et desquels résultent les autres, semblent avoir été formés à l'état d'oxydes ou de sulfures.

Après la lecture des conclusions de ce Mémoire, M. Coquand demande à M. Rivière si l'âge qu'il assigne aux filons consignés dans son travail est applicable à tous les filons.

M. Rivière répond qu'il croit, comme M. Coquand, que les filons d'antimoine sont récents; quant aux filons de cuivre qui se trouvent dans la serpentine, il considère leur âge comme douteux, attendu que, pour lui, l'âge de la serpentine est encore problématique. Relativement à ses opinions sur la serpentine, il s'appuie de l'autorité de MM. Cordier et Brongniart. Au surplus, ajoute-t-il, je n'ai voulu parler que des filons qui ont tra-

rsé des roches dont l'origine ne me semble pas douteuse. M. Coquand affirme que l'apparition des serpentines à l'é-que tertiaire est incontestable, et qu'elle a été vérifiée par plu-eurs savants italiens, tels que MM. Pareto et Savi, qui ont udié depuis cette question; il ajoute que les savants cités par . Rivière ont sans doute étudié le gisement de la serpentine une époque où on ne l'avait pas encore vue recouverte par autres terrains, et que c'est à cette cause qu'il faut rapporter e telle divergence d'opinions. En admettant donc l'origine rtiaire des serpentines, les conclusions de M. Rivière ne urraient être applicables à tous les filons.

M. Bayle communique le Mémoire suivant, qui lui a été ressé par M. Durocher.

bservations sur les phénomènes littoraux, et remarques sur les agents erratiques, par J. Durocher.

Après avoir lu les dernières communications de MM. Frap-li, Weibye et Forchammer, ainsi que les discussions entre M. Martins et Frappoli, dont je n'ai eu connaissance que de-is peu de temps par le *Bulletin*, je me suis déterminé à ésenter à la Société des observations que j'ai faites sur les énomènes littoraux, en indiquant les conséquences qu'on ut en déduire au sujet des agents erratiques.

La première partie de cette note se rapporte à un ordre de énomènes dont plusieurs ont été admirablement décrits par . Élie de Beaumont dans ses Leçons de géologie (1). Je vais ajou-r quelques faits à ceux qui ont été exposés par l'illustre pro-seur du collége de France, au sujet du mouvement des va-es sur les côtes, et de la formation des cordons littoraux; je 'occuperai aussi particulièrement des actions érosives qu'exerce mer sur la partie massive de ses rivages.

Phénomènes physiques des zones littorales. — Dans les énomènes physiques du littoral, on peut distinguer trois rtes d'actions :

1° La mer sape constamment les barrières rocheuses qui istent sur ses bords ou au sein de son domaine, elle tend à s démolir et en détache des matériaux qu'elle élabore plus ard; — 2° Ces matériaux sont transportés par les courants lit-

(1) *Leçons de géologie pratique*, t. I, p. 195 et suivantes.

toraux en même temps que les sédiments apportés par les eaux continentales; — 3° La vague, dans son mouvement perpendiculaire à la côte, pousse sur les rivages tous ces détritus mélangés avec des corps d'origine organique, elle les dispose régulièrement sous forme de ceinture et les emploie à la construction des cordons littoraux, des levées de sable et de galets.

Le littoral de la Bretagne et surtout les environs de Saint-Malo, offrent des conditions favorables à l'étude de ces phénomènes; c'est en effet une des côtes où les marées atteignent une très grande élévation (13 à 15 mètres); une zone très étendue est deux fois par jour alternativement envahie par la mer et mise à découvert; les vagues qui résultent d'aussi fortes marées et celles qui sont produites par le vent des tempêtes, agissent sur le rivage avec une grande puissance.

Littoral du nord de la Bretagne. — Les coteaux granitiques de la zone littorale du nord de la Bretagne ont une élévation qui varie généralement de 25 à 35 mètres; ils se rattachent à un plateau un peu ondulé, et ce sont, pour ainsi dire, les berges par lesquelles ce plateau se termine brusquement du côté de la Manche. Le profil en est représenté figure 1; la surface

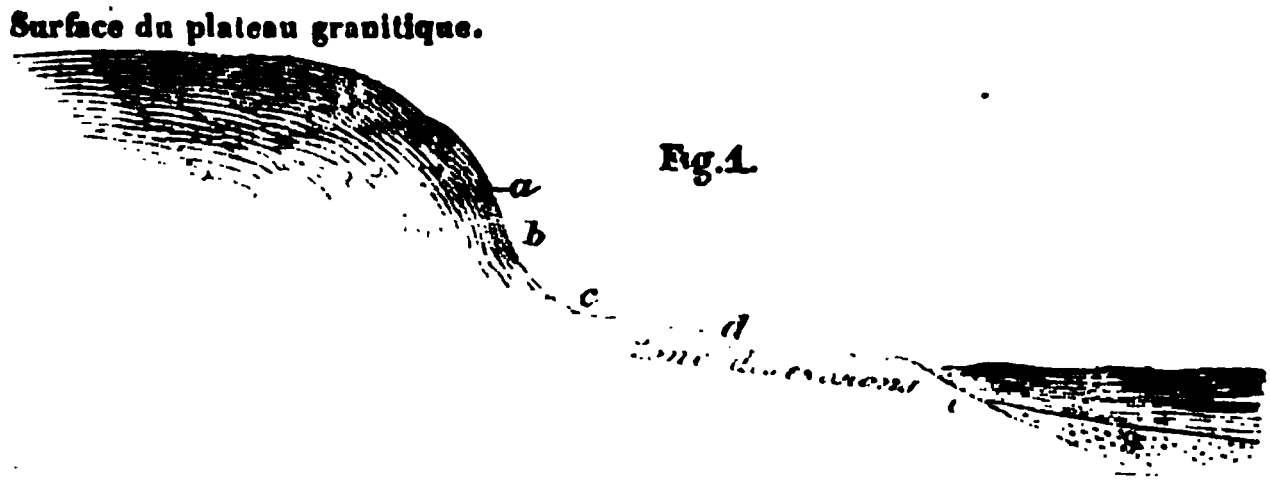


Fig. 1. — *Profil des coteaux granitiques sur le littoral du nord de la Bretagne.*

a — Limite inférieure de la verdure.
b — Limite supérieure des hautes marées et de la zone des érosions.
c — Limite supérieure des Algues marines.
d — Niveau moyen de la mer.
e — Limite inférieure des basses marées.
S — Dépôt de sables et graviers.

du sol s'abaisse vers la mer avec une inclinaison croissante qui est d'abord de 5 à 6°, puis qui s'élève rapidement à 20°, 30° et plus; même en beaucoup de points il y a des falaises abruptes. — La portion du plateau qui avoisine la mer jusqu'à une distance de quelques cents mètres est généralement privée d'arbres. En certaines parties il y a, même sur le haut des coteaux

es amas irréguliers d'un sable granitique, très chargé de quartz ; e sable sec et léger est soulevé par le souffle du vent et forme e petites dunes qu'on nomme *nielles* dans l'Ille-et-Vilaine. Ordinairement on n'y voit pas de verdure ; le *Carex arenaria* est resque la seule plante qui s'y développe : du pied de sa tige artent des rhizômes ou prolongements horizontaux et souterains qui s'entremêlent au milieu de la masse arénacée, et à ause de cela on peut en tirer un excellent parti pour la fixaion des sables mouvants. Outre le carex, on y trouve encore l'*Eryngium campestre* et l'*Eryngium maritimum*. Si le able est un peu moins mobile, on peut y cultiver des pomme, le terre, et l'on y voit croître diverses plantes, telles que le *Silene maritima*; *S. gallica*, *Erodium cicutarium*, *Ononis reens*, *Trifolium arvense*; *Plantago coronopus*, *Salsola kali*. *Juncus maritimus*, et beaucoup d'autres végétaux qui abondent sur les sables maritimes de la Bretagne. — Lorsque le sol est un peu consistant, il est couvert d'une assez belle verdure de ramens et de plantes propres à la région littorale ; cette verdure ne couvre pas les coteaux sur toute leur élévation, elle esse habituellement à quelques mètres au-dessus du niveau de a haute mer. Elle en est séparée par une zone dont la nudité abituelle est due à différentes causes, telles que la forte incliaison du terrain et le contact fréquent des gouttes d'eau salée ui jaillissent de la vague, lorsqu'elle se brise sur le rivage. 'antôt cette zone consiste en un talus de débris pierreux, sur quel il se produit de temps en temps des éboulements ; tanit ce sont des surfaces rocheuses ternes, d'un gris foncé ou gris oirâtre, dont la teinte sombre paraît être produite par des liens. La limite supérieure des algues marines est au-dessus 1 niveau moyen de la mer, et se rapproche de la ligne à quelle monte le flot aux époques des plus faibles marées ; ais elle ne peut dépasser cette ligne, car les fucus qui s'élévenient au-dessus resteraient plus d'un jour sans être baignés par mer et périraient par suite de leur dessiccation.

Zone des érosions produites par la mer. — Les érosions se ontrent fort développées dans la zone des algues, et s'étenent un peu plus haut, sans toutefois s'élever au-dessus du nieau des plus hautes marées. Plusieurs faits montrent que le iveau de cette côte a subi des oscillations, des élévations et les abaissements successifs ; néanmoins je n'ai pas remarqué que la mer ait laissé de ligne d'usure bien reconnaissable aulessus de sa limite actuelle. Du reste, sur les côtes de la Scan-

dinavie, où l'on a les preuves d'exondation les plus évidentes, les lignes d'érosion ne sont pas toujours bien marquées, et n'offrent pas partout la même netteté que sur les côtes du fiord d'Alten, où M. Bravais a fait ses belles observations.

Indépendamment des conditions locales résultant de la configuration de la côte, de la disposition et de la nature du terrain, qui peut être entamé avec plus ou moins de facilité, la mer a besoin d'un certain temps pour laisser sur le penchant des coteaux des traces qui ne disparaissent pas sous l'action des causes météoriques tendant à dégrader la côte après son émersion. Lorsque ces lignes se sont conservées, elles doivent être considérées comme représentant les témoins de temps d'arrêt dans le mouvement oscillatoire des diverses parties de l'écorce terrestre; et l'on peut en déduire, comme l'ont déjà fait MM. Elie de Beaumont et Bravais, la permanence des niveaux pendant un certain temps. Beaucoup d'observations conduisent à admettre aujourd'hui qu'une partie notable de la surface terrestre éprouve un mouvement continu de flexion, certains points s'abaissant, tandis que d'autres s'élèvent, et que des portions encore plus étendues restent fixes. Les régions littorales immobiles, dont la mer baigne et façonne la même zone pendant un grand nombre de siècles, prennent, sous l'action répétée des mêmes causes, une configuration qui, après l'émersion de la côte, pourra se conserver pendant un temps d'autant plus long que le contact de la mer aura été plus prolongé. Mais l'absence de lignes d'usure sur une région littorale ne peut être considérée comme une preuve positive qu'il n'y a point eu élévation de la côte; on peut seulement en déduire, lorsque cette conclusion est confirmée par d'autres faits, que la période d'immersion a été de courte durée. — Les érosions que produit l'action de la mer m'ont paru s'étendre un peu au-dessous du niveau inférieur des marées; mais probablement elles ne se prolongent pas beaucoup plus bas, car on sait que l'agitation de la zone superficielle diminue rapidement dans la profondeur.

Influence protectrice des algues, des patelles et des balanes. — Les algues qui tapissent la surface des rochers tendent à les abriter contre l'action érosive de la mer; l'adhérence a lieu avec tant de force que souvent, en essayant de détacher des fucus de dessus des granites ou des diorites très durs, j'enlevais avec eux l'épiderme de la roche à laquelle ils étaient fixés (1).

(1) Ces plantes ne possèdent pas de racines qui s'insèrent entre le

Néanmoins, dans les tempêtes et dans les fortes marées, ces plantes sont arrachées et entraînées par le flot, qui les rejette sur le rivage. Alors la surface rocheuse étant mise à nu peut être usée et polie; mais bientôt, lorsque la mer cesse d'être fortement agitée, les algues s'établissent de nouveau sur les rochers, souvent même sur des surfaces polies; il en est qui se fixent parfois sur des galets, sur des moules ou autres coquilles dont l'animal est encore vivant.

Certains animaux testacés, qui adhèrent à la surface des rochers, principalement les patelles et les balanes, affaiblissent l'influence érosive de la mer; mais il est rare qu'ils s'établissent sur les points directement exposés au choc des vagues. En général, ces causes retardent la désagrégation superficielle, l'usure lente et graduelle qui a lieu sur les surfaces baignées par les flots, mais elles n'opposent qu'un obstacle bien faible à la démolition des rochers littoraux.

Forme des érosions. — Décrivons la forme des érosions : les traces d'usure les plus fréquentes consistent en un polissage dont l'éclat et la netteté varient beaucoup sur les diverses parties d'une surface un peu étendue. Il est rare de le voir aussi parfait que celui opéré par les agents erratiques; l'usure est moins uniforme, les surfaces sont moins miroitantes; il est facile de reconnaître que l'outil polisseur n'a pas agi avec autant de puissance, ni sous une aussi forte pression. — Nulle part, malgré une attention minutieuse, je n'ai pu découvrir de stries fines, régulières qui soient comparables à celles des phénomènes erratiques; aussi je regarde comme à peu près certain que de pareilles stries ne peuvent pas être produites sur des roches dures par l'action de la mer, dans les conditions actuelles, pas plus que par les eaux des fleuves ou des torrents de notre époque. — Cependant on observe fréquemment le long de la côte, sur les roches basses qui affleurent au pied des falaises, des ornières, des sillons ou grandes cannelures fréquemment bifurquées, à surfaces polies, dont la largeur varie de quelques centimètres jusqu'à un mètre ou plus. Ces ornières diffèrent des sillons de l'époque erratique par la variabilité et l'irrégularité de leur direction, par l'inégalité de largeur qu'elles offrent aux divers points de leur étendue; tantôt elles s'élargissent, tantôt

---

fissures du terrain, mais leur pied offre une base large et plate qui s'applique comme une ventouse à la surface des rochers, et qui établit avec l'aide de la pression atmosphérique un mode de fixation égal en solidité à celui qui a lieu avec des fibres radiculaires.

elles s'étranglent; leur orientation est aussi très changeante, non seulement d'un sillon à l'autre, mais aussi d'un point à un autre du même sillon. — Cette disposition des ornières dépend de la combinaison de deux éléments, de la direction du mouvement qui anime ordinairement la vague en un endroit donné, et de l'arrangement des parties de la roche qui sont les moins résistantes, par suite de leur friabilité ou de leur fissuration. On comprend qu'en vertu de sa grande mobilité l'eau peut se courber facilement, et parcourir des voies sinueuses qu'elle se fraye d'elle-même. Lorsque la schistosité des roches cristallines ne s'écarte pas considérablement d'une ligne perpendiculaire au littoral, c'est en général dans ce sens que se forment les sillons; il s'en produit souvent aussi dans d'autres directions, par exemple le long des filons ou dykes de diorite qui traversent le granite et le gneiss sur la côte nord de la Bretagne; parfois un filon tout entier est démoli, et forme un large canal dont les parois et le fond sont polis, et qui, en atteignant la berge du plateau, se termine dans une anfractuosité en forme de caverne.

Il est un certain genre de cavités qui accompagne fréquemment les sillons, je veux parler des creux cylindroïdes ou hémisphériques, en forme de pots ou de marmites; ce sont des *pots de géants* semblables à ceux que l'on trouve au pied des cascades, dans le lit des torrents à forte pente; mais ils ont peut être un peu moins de régularité, leur contour m'a paru être un peu moins bien arrondi. Quelques sillons, comme celui que je représente fig. 2 et 3, offrent plusieurs de ces cavités.

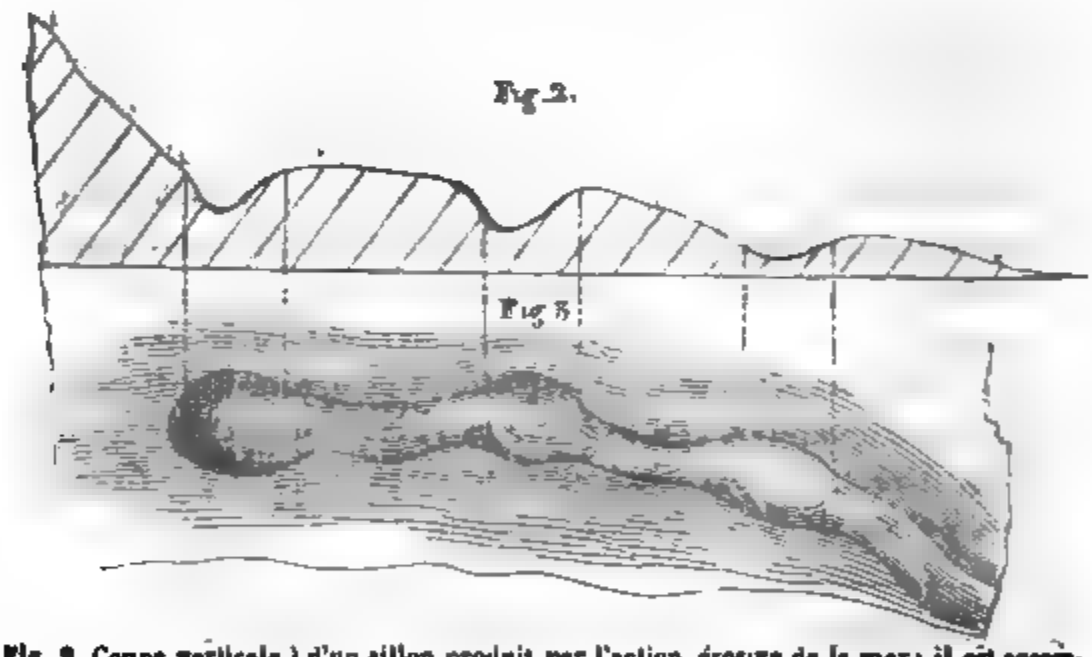


Fig. 2. Coupe verticale } d'un sillon produit par l'action érosive de la mer; il est accom-
Fig. 3. Plan } pagné de cavités ayant la forme de pots de géants. Cette sorte d'ornière est assez fréquente sur la côte située à l'ouest de l'embouchure de la Rance (Ille-et-Vilaine).

et se terminent dans l'une d'elles; c'est habituellement aux angles ou points de déviation des canaux sinueux que se trouvent ces pots de géants.

De plus, on rencontre fréquemment sur les rochers littoraux des baignoires semblables à celles que l'on voit à la surface des glaciers; leur grandeur est très variable; j'en ai mesuré qui avaient jusqu'à 9 et 10 mètres de longueur sur 5 à 8 de largeur, et 2 de profondeur; leurs parois, comme celles des sillons, sont polies, leurs bords sont évasés et leurs angles arrondis. Ces cavités sont habituellement allongées dans le même sens que les sillons adjacents; elles paraissent correspondre à des points où la roche, en partie décomposée, avait moins de ténacité qu'alentour; la vague en s'y engouffrant les a agrandies peu à peu. — Ces baignoires sont ordinairement remplies d'une eau à teinte bleuâtre et limpide comme celle des puits ou baignoires qui existent sur les glaciers; à l'intérieur se développent fréquemment des algues remarquables par leur végétation luxuriante; l'on y trouve aussi quelquefois des animaux marins, des crabes ou autres crustacés. — Dans les cavités peu profondes qui existent près du niveau des grandes marées, à une hauteur où le flux n'atteint pas pendant quelques jours, l'eau s'évapore en été sous l'influence de la chaleur solaire; alors il s'y forme des dépôts de sel marin, présentant quelquefois de très belles cristallisations cubiques et en trémie, qui tapissent les parois de ces baignoires.

Blocs transportés par la mer. — Quelques cavités ne contiennent que de l'eau, mais beaucoup renferment des galets et des blocs plus ou moins grossièrement arrondis et de dimensions très diverses; quelques uns sont de la même nature que la roche sous-jacente, d'autres ont dû être amenés d'une certaine distance, et ceux-là consistent principalement en diorite. Le granite et le gneiss, ayant moins de solidité, se sont réduits en fragments moins volumineux, ont formé des sables, des graviers et des galets; mais les diorites, ayant assez de ténacité pour résister aux frottements et aux chocs, se montrent souvent en blocs épars le long de la côte, et à des distances de 2 à 300 mètres des filons dioritiques les plus voisins. — Parmi les blocs évidemment transportés, ceux dont la grosseur surpasse un demi-mètre cube sont rares, et je n'en ai pas vu qui eussent un volume beaucoup plus grand qu'un mètre cube. Ils diffèrent des blocs du terrain erratique en ce que leurs arêtes sont ordinairement émoussées, et leurs angles arrondis; il est évident qu'ils ont subi un frottement considérable. Ils ont été détachés par le choc des

flots des filons dioritiques, que l'on voit affleurer sur la côte à quelque distance, ou qui peuvent exister à une petite profondeur au-dessous de la mer; ensuite ils ont été transportés par des courants littoraux, et, poussés par la vague, ils ont dû remonter, suivant la pente du rivage, pour arriver à leur position définitive.

Phénomènes qui se produisent dans le mouvement des grandes vagues. Théorie de la formation des levées de sable et de galets. — Le déplacement de ces fragments volumineux est en rapport avec le mécanisme de la formation des levées de galets; dans ce phénomène il y a des circonstances particulières dont j'ai été maintes fois le témoin, et sur lesquelles je crois devoir insister, car elles me permettront d'éclaircir certains points relatifs au mouvement des vagues. Lorsqu'une lame puissante par sa masse et par son impulsion s'avance vers le rivage, et qu'elle arrive aux points où la profondeur d'eau est petite, elle met en jeu une masse considérable de matériaux pierreux, qui ne sont point tenus en suspension dans l'eau, mais qui forment une couche à sa partie inférieure; les pierres situées à la surface de la couche recevant l'action la plus immédiate sont très légèrement soulevées, et entrent les premières en mouvement; celles situées au-dessous sont entraînées ensuite, mais avec moins de rapidité, et il s'établit ainsi un convoi de fragments pierreux, dont les différentes couches se meuvent avec des vitesses décroissantes à partir de la surface, comme cela a lieu dans le mouvement de l'eau, et aussi dans le mouvement des glaciers, si la théorie de M. Forbes est vraie. — Lorsque ce convoi rencontre des blocs trop volumineux pour pouvoir être déplacés, il se divise, passe alentour, et quelquefois par-dessus. Il en est de même pour les récifs situés sur le parcours de la vague : s'ils sont trop aigus ou à pentes trop fortes pour que la couche pierreuse puisse les franchir, elle en frotte seulement le pourtour, et laisse intacte la crête, qui n'est usée que très faiblement par l'eau; dans le cas où la roche qui fait saillie est à pentes douces, le convoi passe par-dessus en l'érodant sur toute sa surface. S'il y a sur son passage des blocs d'un volume inférieur à un demi-mètre cube, la masse pierreuse et l'eau, agissant de concert, leur communiquent une partie de leur force vive; ceux-ci sont alors déplacés dans le sens du mouvement général, mais probablement ils ne parcourent chaque fois qu'un petit espace, et les impulsions successives d'un grand nombre de vagues sont nécessaires pour les faire monter jusqu'au niveau de la haute mer.

Lorsqu'une lame s'est déployée sur le rivage, la vitesse de son mouvement ascendant s'est éteinte, alors il y a un instant de repos; mais bientôt l'action de la pesanteur lui imprime graduellement une vitesse en sens contraire, et dans son mouvement réversif elle entraîne de nouveau avec elle une partie des matériaux qu'elle a amenés, et qui redescendent sur le même plan incliné qu'ils viennent de gravir. Mentionnons ici une circonstance essentielle dans la formation des cordons littoraux (1) : c'est l'existence de ce moment de repos, de *ce point mort* qui sépare la vague descendante de la vague montante. Tout le convoi s'arrête à cet instant; la tête de la vague qui vient de mourir devient la queue de celle qui commence à se former en sens contraire, et n'étant plus soumise à aucune pression *à tergo*, elle n'entre en mouvement qu'au bout d'un certain temps, et sa vitesse s'accroît lentement. C'est à cause de cela qu'elle laisse sur la plage la plupart des matières qui formaient tout à l'heure la tête du convoi, c'est-à-dire des sables, des galets et des corps organiques, des algues, des débris de vertébrés, de crustacés et de mollusques (2). Cette accumulation produit une petite digue à l'extrémité de chaque vague; mais tant que la marée n'a pas atteint sa hauteur maximum, cette digue est renversée par la vague ascendante qui vient immédiatement après, et qui s'avance au-delà. Cependant, à partir du moment de la haute mer, les digues peuvent se conserver, et au commencement de la période de reflux il se produit une série de cordons concentriques (fig. 4) qui

Fig. 4

Fig. 4. Vue des digues ou cordons concentriques *a*, *b*, *c*, *d*, représentant les têtes des convois pierreux amenés par les vagues sur le rivage.

(1) La théorie que je donne de la formation des cordons littoraux ne ressemble pas tout à fait à celle qu'a exposée M. Élie de Beaumont dans ses *Leçons de Géologie* (t. I, p. 221); mais en elle diffère moins par le fond que par l'explication des détails.

(2) Ce sont les fucus ainsi rejetés par les vagues, et non ceux adhérents aux rochers, que vont recueillir les habitants des côtes pour les employer comme engrais ou pour les brûler et en faire de la soude de varec.

représentent les têtes des convois pierreux mis en mouvement par chaque vague, et qui subsistent jusqu'à la nouvelle marée montante. Dans les grandes marées équinoxiales, les digues qui se forment ainsi peuvent se conserver d'un équinoxe à l'autre.

Les plages de galets ne sont autre chose que le résultat du refoulement de toutes ces digues jusqu'aux limites extrêmes où s'étend la vague dans les plus hautes marées combinées avec l'action des vents. Par suite, là où les plages de galets se prolongent beaucoup au-dessus des points où peut atteindre la mer aujourd'hui, il a dû y avoir émersion du littoral; mais on ne pourrait pas tirer la même conclusion des plages de sable, car le vent concourt avec les eaux au transport de cette matière. A mesure que le jusant laisse sur le haut du rivage le sable qui a été apporté par le flot, celui-ci se dessèche rapidement, s'il n'est pas mélangé d'argile; alors il peut être entraîné par les vents, et servir à la formatio : des dunes. L'approvisionnement fourni par les flots dans leur mouvement ascendant est donc une des causes qui règlent la marche progressive des dunes vers l'intérieur des terres; les autres causes qui influent principalement sur ce phénomène sont la force et la direction habituelle des vents, ainsi que la configuration du littoral; on conçoit que la marche des dunes puisse avoir une certaine uniformité sur les côtes à marées, lorsqu'elles sont unies et sans accidents; mais je ne pense pas qu'il en soit généralement ainsi pour les dunes existant sur le littoral de la Bretagne, car il est trop accidenté.

Il y a une différence essentielle dans le mode d'action des vagues en raison de leur masse et de leur puissance : les petites vagues ne peuvent pas déplacer les cailloux, et n'agissent en aucune manière comme le font les grandes lames qui occupent une vaste surface et meuvent une masse d'eau considérable. Lorsque celles-ci s'avancent vers une anse disposée en arc de cercle, le resserrement graduel qu'elles éprouvent augmente leur épaisseur, et par suite la pression qu'elles exercent sur le fond. La résistance du frottement occasionne d'abord, par voie indirecte, un accroissement de leur puissance; par le retard qui en résulte, elle permet aux parties de la vague situées en arrière d'atteindre celles qui sont en avant, et les pressions s'ajoutant, l'impulsion augmente jusqu'à ce que la vague épuise sa force vive en se choquant contre les rochers ou en s'étalant sur le plan incliné que forme le rivage. — Comme on le voit, sur les côtes à hautes marées, c'est un mouvement oscillatoire presque continu qui anime non seule-

ent les eaux de la mer, mais encore les matériaux meubles du nd qu'elle recouvre; on conçoit alors avec quelle rapidité les agments de pierre qui tombent à la mer doivent être arrondis ar le frottement qu'ils subissent. Du reste, sur les côtes des ers intérieures, comme sur celles de l'Océan, il est rare de ncontrer des cailloux anguleux, sauf les débris d'éboulements cents : de là on pourrait déduire que les fragments à arêtes ves qui font partie des brèches marines ont dû tomber ou être ntraînés immédiatement dans des eaux profondes, où ne se isait pas sentir l'agitation de la zone superficielle.

L'observateur qui se tient sur un rivage où il y a de fortes lames roduites par la marée ou par l'action des vents entend deux ruits distincts : l'un est le bruit sourd et imposant que produit a vague en se déployant sur la plage et en battant contre les robers; il est considérablement agrandi par le retentissement qui lieu sur les falaises entourant certaines baies. Le deuxième ruit est une espèce de fracas produit par le frottement réciroque des divers matériaux du convoi qu'entraîne la vague; l n'est pas tout à fait le même dans le mouvement rétrograde que dans le mouvement ascendant, car alors les divers fragments ne sont pas entraînés par la simple impulsion de l'eau; ls redescendent aussi sous l'action de leur propre poids, et avec les vitesses inégales en raison de leur forme, de leur volume, le leur densité et de la position qu'ils occupent; c'est alors un racas semblable à celui que produit une grande quantité de natières diverses abandonnées à elles-mêmes sur un plan incliné.

Explication des différents caractères que présentent les ordons littoraux. — Dans le mouvement rétrograde, l'impulion de la vague est moindre que dans le mouvement d'ascenion, et par suite les blocs et beaucoup de gros fragments qui nt été amenés avec le flot, et ont acquis une position d'équiibre, doivent rester en place, n'étant plus poussés par derrière. On comprend ainsi pourquoi sur les grèves on trouve la plupart es gros fragments dans la partie supérieure du talus; les débris que la vague tend à ramener avec elle dans son mouvenent rétrograde sont entraînés avec d'autant plus de facilité u'ils sont plus ténus. Sur certaines plages on ne trouve guère que les galets; d'autres ne laissent voir qu'un lit de sable; beaucoup présentent à leur partie supérieure une zone de galets, et audessous une zone de sable, qui est parfois étroite et interrompue par des roches basses et plates, mais qui plus ordinairement se prolonge jusqu'à une certaine distance, et souvent très loin au dessous de la mer.

Quant à l'inclinaison de la surface des plages ou cordons littoraux, elle dépend de différentes circonstances, de la configuration de la côte, de la forme et du volume des détritus; en général, elle est d'autant plus forte que la vague agit avec plus de puissance sur le fond, en soulevant les matières qui s'y trouvent et les faisant glisser sur une plus forte pente; ainsi, à parité de circonstances, cette pente doit être plus grande sur les côtes de l'Océan que sur les rivages des mers intérieures et des lacs. On conçoit aussi que l'inclinaison du talus doit aller en diminuant à partir de la limite de la haute mer, et qu'elle doit devenir très faible au-dessous du niveau de la basse mer, là où le mouvement des eaux ne peut plus soulever les matériaux du fond. Aussi le profil du littoral consiste en une courbe dont la concavité est tournée vers le ciel, dont la pente surpasse fréquemment 30° dans les parties supérieures (voir la fig. 4), et peut s'abaisser au-dessous de 1° dans les parties inférieures; là elle tend à se confondre avec une tangente asymptotique plus ou moins voisine de l'horizontalité. — Il est rare de voir des plages de galets très étendues en largeur dans le sens perpendiculaire à la côte; il faudrait alors qu'elles eussent une très faible pente, ce qui n'a pas lieu, car les galets ne peuvent être mis en mouvement que par des lames puissantes, qui soulèvent les pierres et les disposent suivant un talus d'une certaine inclinaison. Mais les choses ne se passent pas ainsi sur les côtes basses et sableuses : les détritus arénacés très ténus, quelle que soit leur nature, peuvent être mis en suspension par des vagues qui seraient trop faibles pour éroder profondément le rivage; leur dépôt peut se faire suivant des surfaces plates et très étendues, soit par la seule action des eaux, soit avec le concours du vent. On est ainsi conduit à poser les règles suivantes :

1° Sur les rivages où il y a des cailloux la mer tend à les grouper sous forme de levées, et s'il y a aussi du sable elle le dispose ordinairement à la partie inférieure de ces levées, de manière à former un talus d'une inclinaison décroissante. — 2° Dans les anses bordées de rochers ou entourées de coteaux, quand même il ne s'y trouve que du sable, les vagues de la mer, agissant avec force, disposent ce sable sous forme d'un talus à surface courbe, présentant une inclinaison analogue à celle des talus de galets. — 3° La pente des levées de galets ou de sable est la plus forte vers la partie supérieure, qui n'est point dégradée par la vague dans son mouvement réversif, et où les matériaux conservent la disposition qu'ils ont prise sous son im-

ion. Cette inclinaison maximum est toujours inférieure à · que prendraient les mêmes matières par voie d'éboulé- t, si on les jetait à la pelle; elle ne paraît pas dépasser 35°. pentes des parties médianes et inférieures des levées sont ıbles comme celles des talus d'entraînement, et la pente enne des talus de galets, considérés dans toute leur étendue ıle, est habituellement d'une dizaine de degrés. — 4° Sur côtes plates et unies, où aucun obstacle n'entrave le mouve- t des vagues, où il n'y a pas de larges saillies, le sable . être étendu par la mer sous forme de plage très faiblement née, comme on l'observe dans la baie du Mont-Saint-Michel, n espace immense et presque horizontal est alternativement à sec et couvert d'eau; en certaines parties le cordon litto- est presque indéterminé, et ne constitue pas une barrière il y a des terrains marécageux qui sont inondés dans les es marées. Ce serait une entreprise difficile sans doute, mais impraticable, que de conquérir sur la mer le terrain plat avoisine le Mont-Saint-Michel, et les surfaces presque zontales qui se trouvent, en diverses contrées, entre les deux tes des plus basses et des plus hautes marées. Si la présence stacles arrêtant le mouvement des vagues peut déterminer ırmation de levées de sable ou de galets, il suffirait d'éta- de distance en distance, le long de la plage et sur la lisière espace qu'on voudrait soustraire aux flots, de forts massifs ierre qui fonctionneraient comme des rochers artificiels, et , arrêtant la vague, détermineraient l'accumulation gra- le des matières qu'elle charrie; et il se formerait ainsi peu u un nouveau cordon littoral qui servirait de digue, et qu'il rait de consolider.

es phénomènes successifs que j'ai décrits précédemment se luisent avec une régularité parfaite sur les côtes où la marée ne lieu à des vagues puissantes; sur celles où la marée est e ou même presque nulle, comme dans les mers intéres, les plages de galets se forment dans les tempêtes, que les flots, soulevés par les vents, sont poussés sur le ri- : un peu au-delà du niveau normal de la mer; alors le mouent ascendant et réversif des vagues présente des circonces analogues, et détermine des effets semblables, mais : moins de régularité. D'ailleurs, au fond des baies abritées els effets se produisent difficilement lorsqu'il n'y a pas incation des marées; dans ce cas, les levées de galets sont ; rares que les plages de sable; au contraire, sur les

côtes à marées elles sont très fréquentes, et non moins d
loppées au fond des golfes; c'est là, en effet, que l'exh
sement et l'abaissement périodiques de la mer sont le plus
sibles. — Mais alors il peut y avoir combinaison de deux
opposés : la vague, en déposant sous forme de digue les m
riaux qu'elle transporte, tend à barrer complétement les
par où les rivières débouchent dans la mer; néanmoins,
courant venant de la terre est un peu considérable, il mai
un passage suffisant pour l'écoulement de ses eaux, et alo
digue formée par la mer est ébréchée ou abaissée dans la p
où s'effectue cet écoulement; c'est cette portion immerg
déprimée du cordon littoral qui constitue, ainsi que l'a fa
marquer M. Élie de Beaumont, les *barres* situées à l'em
chure des rivières.

Lorsque l'eau de la mer fait invasion dans le lit d'un fl
l'eau douce, étant plus légère, surnage, mais le mouve
des deux masses d'eau qui coulent en sens contraire est
cessairement ralenti, et ce retard influe sur le dépôt des d
tus qu'elles tiennent en suspension: aussi, dans la zon
remonte la mer pendant le flux, la profondeur du lit
fleuves est souvent moindre que dans les parties situé
amont, et cet ensablement, qui peut s'étendre jusqu'à
grande distance de l'embouchure, augmente de plus en plu
le dépôt simultané de sédiments marins et fluviatiles; s
côtes dépourvues de marées, le mélange de ces deux sort
sediments n'a lieu d'une manière bien prononcée que da
voisinage du cordon littoral ou à l'extérieur.

Remarques sur la nature des érosions littorales. — D
les observations que j'ai exposées, il ne peut y avoir de
sur la nature de l'agent qui polit et érode la surface des ro
littoraux; on ne peut attribuer ce rôle à l'eau elle-même,
aux matériaux pierreux que la vague met en jeu dans son
vement de va-et-vient, c'est-à-dire à la couche de détritu
vers que le flot pousse et ramène avec lui. S'il ne se produ
de stries fines, cela tient d'abord à ce que presque tous les
remués par la vague sont arrondis ou ont leurs angles émo
les sables ou les graviers siliceux pourraient peut-être c
des rayures sur des roches tendres, sur certains calcaires,
la pression sous laquelle ils frottent n'est pas assez grande
qu'ils tracent des stries fines et profondes à la surface de
ches dures comme le granite, le gneiss ou les amphibolites
suffit cependant pour produire une usure graduelle et u

issage. Si parmi les érosions littorales il y avait espoir de rencontrer des stries dues à l'action des vagues, il faudrait les hercher sur les rivages calcaires; d'ailleurs ce ne serait pas sur es falaises mêmes qu'il y aurait chance d'en trouver, mais sur es roches basses et plates qui peuvent affleurer à leur pied.

Sur beaucoup de parties du littoral on n'observe pas de surces polies ni de sillons, et l'on reconnaît facilement que le poissage des rochers a exigé la réalisation de certaines conditions; l est le mieux marqué sur les faces qui subissent l'action directe es vagues. D'ailleurs il est nécessaire que le flot amène avec lui es matériaux pierreux en les faisant glisser comme sur un plan ncliné; la surface moyenne de la zone érodée ne doit donc pas voir une inclinaison très forte, et il est assez rare de voir des rosions sur le flanc des falaises ou des berges escarpées; on 'en observe qu'à leur pied. En outre, les roches, pour être olies, doivent posséder une assez grande ténacité, sinon elles e désagrégent, et leurs détritus viennent augmenter la masse les dépôts arénacés du littoral.

Démolition des rochers littoraux produite par le choc des vagues. — Quelle que soit la force avec laquelle les vagues se ortent contre les rochers, ce choc en détermine rarement la démolition, lorsqu'il ne s'y trouve pas de fissures; ainsi, sur les ôtes de la Scandinavie, des rochers battus par la mer offrent ncore, sur des surfaces très étendues, l'empreinte des érosions u'ils ont subies pendant l'époque erratique.

Mais lorsque la masse est divisée par des fentes, l'eau, 'y lançant avec impétuosité, agit comme dans le bélier hyraulique; alors la démolition s'opère avec plus ou moins de apidité, et se continue jusqu'à ce que les roches qui faisaient aillie sur le littoral aient été entièrement détruites à leur artie supérieure, et qu'il se soit formé à leur place un plan ncliné composé de matériaux meubles, sur lequel s'étale la ague impuissante.

Cette œuvre de démolition se poursuit depuis bien des iècles sur les côtes de la Bretagne; s'il n'y avait pas d'oscillaion du sol, et que la même zone restât indéfiniment exposée à l'action des vagues, presque toutes les falaises rocheuses du littoral finiraient par disparaître, et seraient remplacées par des talus de sable et de galets. Cette destruction exigerait sans doute un fort long laps de temps; néanmoins, une partie considérable de la côte du Morbihan et de la Loire-Inférieure, qui du reste a une faible élévation, se trouve ainsi changée en plages sableuses. — Certaines portions de la côte septentrionale de la

Bretagne ont été aussi presque complétement dénudées : on peut citer pour exemple la baie du Mont-Saint-Michel, où, depuis Cancale jusqu'au-delà d'Avranches, les rochers de schiste et de grauwacke ont été presque tous détruits le long de la zone littorale, qui est devenue alors une immense plage sableuse. Quelques monticules granitiques plus solides, tels que le Mont-Saint Michel, Tombelaine et le Mont-Dol, ont pu résister à cette dénudation ; ces ruines, autour desquelles tout a disparu, peuvent être comparées aux monts Kinnekulle, Hunneberg, Billingen, etc., à ces débris gigantesques de la formation paléozoïque, qui s'étendait autrefois sur une grande partie du midi de la Suède : ce sont aujourd'hui les seuls témoins de l'ancien état de choses qu'aient laissé subsister les forces de natures diverses qui ont dénudé ces contrées.

Les côtes présentent une série de falaises rectilignes, lorsqu'elles opposent à l'action des vagues une masse homogène, d'une ténacité uniforme, qui peut être stratifiée en couches horizontales ou très inclinées ; mais cette masse doit offrir des fentes à peu près verticales, ou être susceptible de se diviser dans un tel sens. Les berges escarpées sont assez fréquentes sur les rivages formés de roches granitiques ou de schistes cristallins, de même que sur ceux composés de pierre calcaire ou de grès. Les falaises en surplomb se voient principalement sur les côtes où il y a une succession de couches inégalement résistantes, et disposées dans un sens à peu près horizontal (fig. 5).

Fig 5

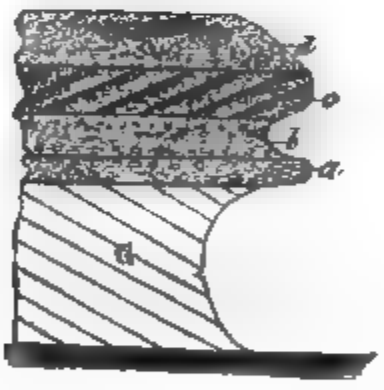


Fig. 5. Vue des falaises surplombantes, sur la côte située au sud de l'embouchure de la Vilaine.

G — Couches de gneiss passant au micaschiste, inclinées d'environ 24° au sud et formant une assise épaisse de 4 à 5 mètres.

a — Poudingue tertiaire à ciment ferrugineux, renfermant des cailloux de quartz et de micaschiste : il forme saillie en avant du gneiss.

b — Assise épaisse de 1m,30, offrant plusieurs lits alternatifs de sables, graviers et cailloux roulés.

c — Assise épaisse de 1m,56, composée de strates obliques, de sable et de cailloux roulés.

d — Assise épaisse de 1m,70, de la même nature que l'assise *b*.

Lorsque le terrain offre un grand nombre de fentes entrecroisées, ou lorsque les éléments de la roche, quoique étant très durs, sont friables et susceptibles de se désagréger sous l'influence de l'air et de l'eau, la démolition a lieu d'une manière inégale, suivant des contours très sinueux. Sur certaines côtes, où la dénudation est très avancée, il ne reste plus que des roches basses et isolées, saillant çà et là sur le rivage de la mer, et tendant à s'effacer graduellement; c'est, par exemple, ce que l'on observe sur le rivage qui borde l'embouchure de la rivière de Tréguier (fig. 6 et 7) : il

Fig. 6.

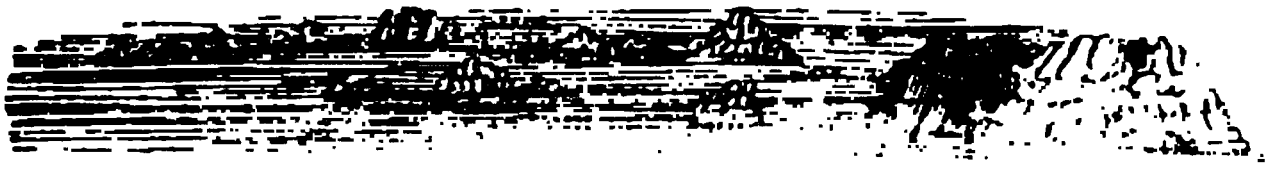


Fig. 6. Vue des roches basses, en partie couvertes par la haute mer, et présentant de nombreux plans de division, sur la côte située au nord-ouest de Plongrescant, près de l'embouchure de la rivière de Tréguier.

Fig. 7

Fig. 7. Plan représentant la configuration de la côte située au nord-ouest de Plongrescant : il y a une multitude de roches basses, à contours sinueux, produites par la dénudation de la syénite.

consiste en une plage à pentes très douces, où se montrent çà et là de petits monticules de syénite disséminés sur une immense étendue, et saillant à peine de quelques mètres au-dessus de la mer; quelques uns d'entre eux sont couverts à marée haute, et rendent cette côte dangereuse. — D'ailleurs il est évident que la démolition des côtes ne date pas seulement de notre époque, mais que les dénudations produites aujourd'hui par l'action des flots viennent se superposer à celles qui avaient eu lieu précédemment, même à des époques où le littoral actuel n'était pas encore baigné par la mer, et n'était exposé qu'à l'influence des causes atmosphériques.

Souvent les roches qui bordent la mer offrent des portions friables ou fissurées alternant avec d'autres qui ne le sont pas ; les premières sont démolies plus rapidement, et alors le rivage offre une physionomie assez habituelle sur les côtes de Bretagne (fig. 8) ; il y a de distance en distance des

Fig. 8.

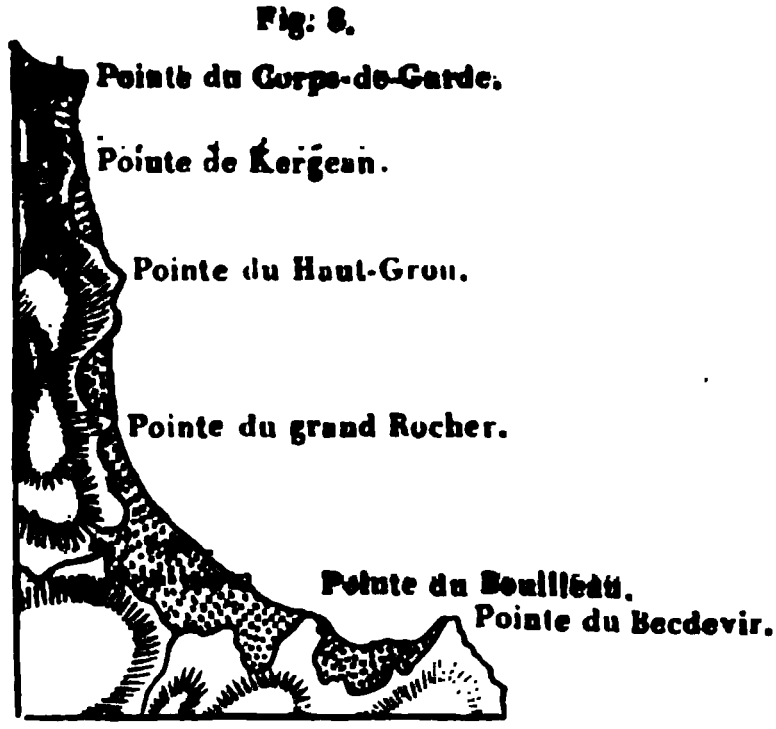


Fig. 8. Plan de la côte située à l'ouest de Plouha (Côtes-du-Nord), et formée de roches granitiques : on y voit une succession alternative de pointes rocheuses et de petites anses où il y a des dépôts de sable et de galets.

berges rocheuses formant des caps ou pointes, et séparées par de petites anses en arc de cercle, dont le fond consiste en un talus de détritus arénacés. Les anses sableuses les plus larges se trouvent ordinairement à l'embouchure des ruisseaux ou petites rivières qui se jettent dans la mer ; dans ce cas, l'accidentation première qui est résultée du ridement de l'écorce terrestre a pu leur donner naissance, et de plus les eaux venant de la terre ont contribué comme les vagues à la dénudation des rochers. Ensuite la mer a établi une levée de sable et de galets à travers laquelle les eaux du ruisseau se font un passage, soit à l'aide d'une petite brèche, soit en s'infiltrant dans les interstices des cailloux roulés. Dans certains cas, le cordon formé par la mer a intercepté complétement le passage de l'eau douce, et a déterminé son accumulation sous forme d'étangs ou lagunes. M. Elie de Beaumont a décrit de si beaux et si nombreux exemples de ces faits qu'il me paraît inutile d'insister sur ce sujet.

Quand le littoral est formé de roches schisteuses ou stratifiées, la disposition des couches modifie les résultats de l'action des flots, et influe sur la forme des contours que prend la côte. Si les couches plongent vers la mer avec une inclinaison moyenne,

'une trentaine de degrés, c'est alors que les vagues ont le oins de tendance à démolir, car elles s'étalent suivant le plan es couches, sans choc, comme elles le font à la surface d'une lage qu'elles ont façonnée. Si les couches sont très inclinées, s vagues tendent à s'y introduire suivant le plan de stratification, et à creuser des dentelures allongées dans le sens de la irection des couches. Un effet analogue a lieu lorsque des roches nassives ou compactes offrent un système de plans de divisions nique ou prédominant.

Les actions physiques du littoral peuvent-elles expliquer es phénomènes erratiques? — Les données que j'ai recueillies n explorant une grande étendue de côtes vont nous aider à apprécier deux des théories relatives aux phénomènes erratiques; nous avons vu que sur le littoral de la Bretagne il n'y a aucune strie ou rayure comparable à celles qu'ont tracées les agents de l'époque diluvienne; il n'est donc pas nécessaire d'insister pour montrer l'invraisemblance de la théorie par laquelle M. E. Robert d'abord, puis M. Veibye, ont tâché d'expliquer les effets erratiques en les attribuant à la simple action des vagues, telles qu'elles agissent aujourd'hui sur les côtes.

Le fait qu'il ne se produit de stries ni à la surface des roches lures affleurant sur le littoral, ni sur le lit des rivières, lors même que les eaux entraînent avec elles des détritus pierreux, est, sans ucun doute, une objection contre toutes les théories de courants; nais cette difficulté ne me paraît pas être insurmontable. Je 'ai jamais cru que les causes aqueuses agissant avec leur degré ctuel d'intensité, et dans l'état normal de la surface terrestre, ussent reproduire sous nos yeux les effets erratiques : si les ries anciennes ont été tracées par des courants, cela n'a pu voir lieu, je pense, qu'à l'aide d'une couche de matériaux pierreux supérieure en puissance à celle que meuvent aujourd'hui s vagues de la mer, transportée avec une vitesse beaucoup lus grande, et agissant sous une très forte pression. On peut bjecter, il est vrai, que cette manière de voir est hypothétique; u'il est douteux que de telles conditions aient jamais été réaisées, et que quand même elles le seraient, les effets qu'on en tend ne se produiraient pas. La réponse à cette objection, omme à toutes celles qui attaquent les théories où on fait intervenir des cataclysmes, c'est que la période humaine, considérée comme mesure chronométrique, est, comparativement à durée des périodes géologiques, un laps de temps trop minime pour qu'on puisse prétendre avoir vu se réaliser tous les

Souvent les roches qui bordent la mer offrent des portions friables ou fissurées alternant avec d'autres qui ne le sont pas ; les premières sont démolies plus rapidement, et alors le rivage offre une physionomie assez habituelle sur les côtes de Bretagne (fig. 8) ; il y a de distance en distance des

Fig. 8.

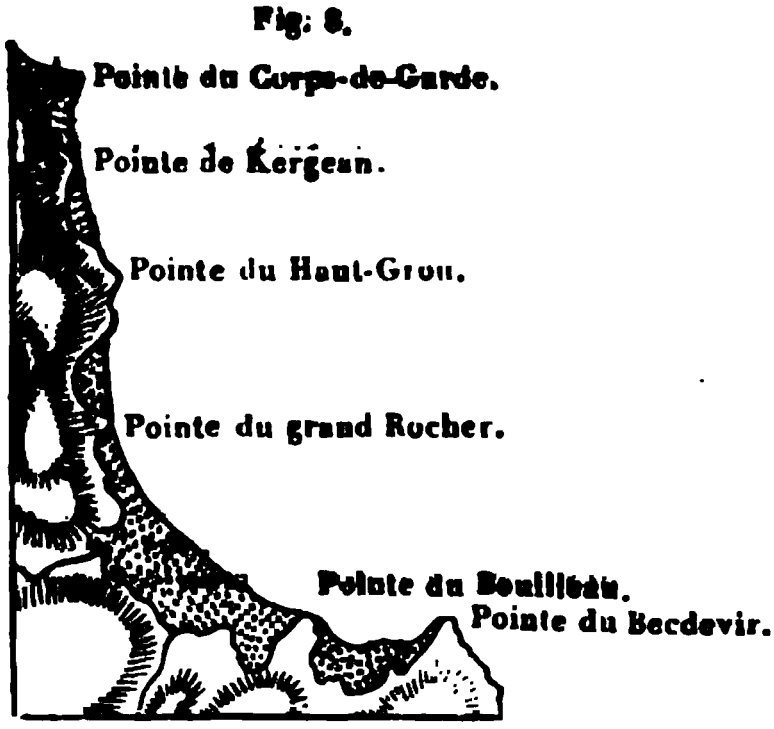


Fig. 8. Plan de la côte située à l'ouest de Plouha (Côtes-du-Nord), et formée de roches granitiques : on y voit une succession alternative de pointes rocheuses et de petites anses où il y a des dépôts de sable et de galets.

berges rocheuses formant des caps ou pointes, et séparées par de petites anses en arc de cercle, dont le fond consiste en un talus de détritus arénacés. Les anses sableuses les plus larges se trouvent ordinairement à l'embouchure des ruisseaux ou petites rivières qui se jettent dans la mer ; dans ce cas, l'accidentation première qui est résultée du ridement de l'écorce terrestre a pu leur donner naissance, et de plus les eaux venant de la terre ont contribué comme les vagues à la dénudation des rochers. Ensuite la mer a établi une levée de sable et de galets à travers laquelle les eaux du ruisseau se font un passage, soit à l'aide d'une petite brèche, soit en s'infiltrant dans les interstices des cailloux roulés. Dans certains cas, le cordon formé par la mer a intercepté complétement le passage de l'eau douce, et a déterminé son accumulation sous forme d'étangs ou lagunes. M. Elie de Beaumont a décrit de si beaux et si nombreux exemples de ces faits qu'il me paraît inutile d'insister sur ce sujet.

Quand le littoral est formé de roches schisteuses ou stratifiées, la disposition des couches modifie les résultats de l'action des flots, et influe sur la forme des contours que prend la côte. Si les couches plongent vers la mer avec une inclinaison moyenne,

d'une trentaine de degrés, c'est alors que les vagues ont le moins de tendance à démolir, car elles s'étalent suivant le plan des couches, sans choc, comme elles le font à la surface d'une plage qu'elles ont façonnée. Si les couches sont très inclinées, les vagues tendent à s'y introduire suivant le plan de stratification, et à creuser des dentelures allongées dans le sens de la direction des couches. Un effet analogue a lieu lorsque des roches massives ou compactes offrent un système de plans de divisions unique ou prédominant.

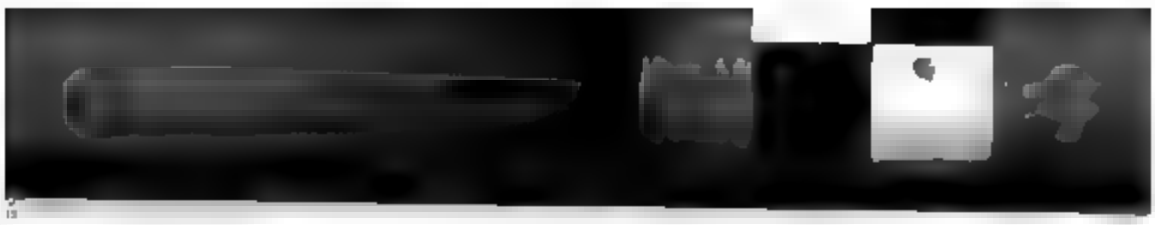
Les actions physiques du littoral peuvent-elles expliquer les phénomènes erratiques? — Les données que j'ai recueillies en explorant une grande étendue de côtes vont nous aider à apprécier deux des théories relatives aux phénomènes erratiques; nous avons vu que sur le littoral de la Bretagne il n'y a aucune strie ou rayure comparable à celles qu'ont tracées les agents de l'époque diluvienne; il n'est donc pas nécessaire d'insister pour montrer l'invraisemblance de la théorie par laquelle M. E. Robert d'abord, puis M. Veibye, ont tâché d'expliquer les effets erratiques en les attribuant à la simple action des vagues, telles qu'elles agissent aujourd'hui sur les côtes.

Le fait qu'il ne se produit de stries ni à la surface des roches dures affleurant sur le littoral, ni sur le lit des rivières, lors même que les eaux entraînent avec elles des détritus pierreux, est, sans aucun doute, une objection contre toutes les théories de courants; mais cette difficulté ne me paraît pas être insurmontable. Je n'ai jamais cru que les causes aqueuses agissant avec leur degré actuel d'intensité, et dans l'état normal de la surface terrestre, pussent reproduire sous nos yeux les effets erratiques : si les stries anciennes ont été tracées par des courants, cela n'a pu avoir lieu, je pense, qu'à l'aide d'une couche de matériaux pierreux supérieure en puissance à celle que meuvent aujourd'hui les vagues de la mer, transportée avec une vitesse beaucoup plus grande, et agissant sous une très forte pression. On peut objecter, il est vrai, que cette manière de voir est hypothétique; qu'il est douteux que de telles conditions aient jamais été réalisées, et que quand même elles le seraient, les effets qu'on en attend ne se produiraient pas. La réponse à cette objection, comme à toutes celles qui attaquent les théories où on fait intervenir des cataclysmes, c'est que la période humaine, considérée comme mesure chronométrique, est, comparativement à la durée des périodes géologiques, un laps de temps trop minime pour qu'on puisse prétendre avoir vu se réaliser tous les

nord de l'Europe, et que l'on envisage les faits dans leur ensemble.

Comparaison entre les sulcatures des régions basses de la Scandinavie et celles des régions élevées. — Je vais ajouter quelques détails sur certains points des phénomènes erratiques du nord qui sont encore un peu obscurs. Il y a, comme je l'ai déjà indiqué, deux ordres d'actions érosives : les unes, appartenant aux régions élevées, aux montagnes escarpées, sont généralement subordonnées à la configuration du terrain ; les autres, visibles à la surface des régions basses ou moyennement élevées, sur des plates-formes mamelonnées, ont une allure propre, une direction générale à peu près constante, modifiée, mais non déterminée par la forme des rochers sur lesquels on les observe. Ces érosions sont-elles le prolongement des précédentes? doit-on les regarder comme ayant été produites en même temps et par le même phénomène? Une partie des sulcatures du littoral ne se rattache point à des massifs culminants, mais en général les érosions qui ont leur origine dans ces massifs paraissent se prolonger jusqu'à la côte norvégienne : ainsi les agents sulcateurs descendus des sommités du Justedal et du Fillefield ont strié la région littorale située au nord de Bergen, et la côte sud-ouest de la Norvége a été érodée par des agents qui paraissent être descendus des montagnes situées à l'ouest et au nord. Néanmoins, les sulcatures qui, dans les hautes régions, suivaient les sinuosités des vallées profondes, semblent prendre une allure indépendante et une direction plus constante en atteignant les collines mamelonnées de la zone littorale. — Les stries que l'on observe dans le midi de la Suède et en Finlande ne proviennent point de massifs montagneux renfermant des glaciers et des neiges permanentes, mais d'une région de lacs et de plates formes où la plupart des sommités sont beaucoup au-dessous de la limite des neiges. Il y a d'ailleurs une différence que l'on peut expliquer entre les stries du littoral de la Suède et celles du littoral de la Norvége : ces dernières affectent des directions bien plus variables, parce que fort souvent elles proviennent de plusieurs massifs montagneux; et, comme je l'ai fait voir, les mêmes surfaces ont été érodées par des causes agissant dans des sens divers, et probablement à des époques différentes.

Remarques sur l'application de la théorie glaciaire aux phénomènes erratiques de la Scandinavie. — Pour rendre raison, dans la théorie glaciaire, des directions diverses qu'offrent les stries, il faut supposer d'énormes glaciers couvrant les flancs



la crête des montagnes de la Norvége et de la Laponie; comme j'ai signalé des systèmes de stries qui se croisent sous es angles divers, et quelquefois voisins de 90°, et comme on s observe sur de grandes étendues, on est forcé de supposer, on pas seulement que des glaciers se sont rencontrés sur les êmes points, comme ils le font aujourd'hui, mais que plusieurs glaciers ont fondu à une certaine époque, ou ont éprouvé n retrait considérable, de façon à laisser le champ libre à des aciers qui descendaient d'autres montagnes, et qui ont pris ors une extension beaucoup plus grande qu'auparavant. Un tel it paraît simple lorsqu'il a lieu en petit, mais il serait beaucoup oins facile à concevoir s'il se produisait sur une grande échelle.

L'application de la théorie glaciaire à la partie du phénomène ue l'on observe dans les hautes montagnes offre, abstraction ite de cette circonstance, des détails analogues à ceux qui conernent les sulcatures des Alpes ou des Pyrénées : il y a des ifficultés du même genre; les glaciers auraient dû prendre, hême en admettant des modifications de climat, une extension xtraordinaire, ils auraient dû fonctionner dans des conditions le pente qui paraissent différer de celles où nous les voyons se nouvoir aujourd'hui. — L'explication des sulcatures que l'on bserve sur les plates-formes moyennement élevées et dans les arties basses de la Suède et de la Finlande exige, dans la même héorie, vu l'universalité des surfaces érodées, que l'on suppose 'existence, non de glaciers isolés, mais d'une couche de glace paisse de plusieurs centaines de mètres, qui aurait couvert resque toute la Suède et la Finlande, et qui aurait été animée l'un mouvement divergent à partir d'un petit nombre de points entraux : ainsi, à partir de la région des lacs Kalln et Hotagen vers la côte méridionale de la Suède, vers Christiania, Göteborg, Cimbrishamn et Stockholm; à partir des montagnes situées entre la Suède et la Norvége, sous le cercle polaire, vers a Finlande; à partir de la Laponie et de la Finlande septentrionale, vers les côtes de la mer Glaciale et de la mer Blanche. De plus, la direction des stries des environs de Danemora semble indiquer qu'il y aurait eu aussi un centre d'action du golfe de Botnie vers la côte sud-ouest de la Suède.

Je n'entrerai point ici dans un examen détaillé des objections que l'on peut faire à la théorie glaciaire appliquée au nord de l'Europe (1), je rappellerai seulement qu'il est difficile de con-

(1) Voir le *Bulletin de la Société géologique*, 2e sér., t. IV, p. 66.

cevoir le mouvement excentrique de cette immense croûte de glace sur des pentes très minimes ou même nulles, et la manière dont elle aurait traversé les diverses branches de la Baltique pour aller strier les rochers situés au-delà de cette mer. Évidemment il y a une distance immense, sous le rapport de la grandeur du phénomène, entre les effets locaux et tout à fait circonscrits que produisent aujourd'hui les infimes masses de glace resserrées au fond de quelques gorges, dans les plus hautes montagnes, et ces effets extraordinaires, si imposants par leur universalité et leur développement gigantesque, qui se sont étendus sur une partie considérable de la calotte boréale du sphéroïde terrestre. S'il est donné aux fondateurs de la théorie glaciaire de faire prévaloir leurs conceptions hardies, ils auront à montrer comment cette énorme enveloppe de glace a pu se former et se mouvoir dans les conditions topographiques du nord de l'Europe et de l'Amérique.

Ce qui caractérise les glaciers actuels, c'est que leur configuration, leur grandeur et leur mouvement dépendent entièrement de la structure du pays qu'ils occupent, de telle sorte que, dans un pays donné, dont le climat est connu à l'avance, en partant des lois qui régissent la formation, l'accroissement et le mouvement des glaciers, on pourrait, jusqu'à un certain point, déterminer théoriquement et même tracer entre des limites approximatives le périmètre des glaciers qui s'y trouvent. Or, si l'on prend pour base la configuration actuelle de la Scandinavie, et que l'on choisisse à volonté les conditions de froid et d'humidité les plus favorables à la théorie glaciaire, on ne peut concevoir que les glaciers aient parcouru le chemin qu'ils paraîtraient avoir suivi en Finlande, dans les parties basses et moyennement élevées de la Suède. D'un autre côté, tout en reconnaissant les changements de niveau qui se produisent encore de nos jours en Scandinavie, on ne peut admettre que, depuis l'époque erratique, cette contrée ait éprouvé, dans sa structure générale et dans la disposition de ses principaux accidents, les changements qui sembleraient nécessaires pour que les glaciers eussent pu s'y mouvoir dans la direction des sulcatures tracées sur les rochers. D'ailleurs les glaciers que nous connaissons se forment par la concentration, dans un petit espace, des neiges tombées sur de vastes surfaces; ils se grossissent, comme les fleuves, par la réunion d'affluents; leur développement est donc intimement lié à la configuration du sol, et il me paraît y avoir des difficultés de la même nature à supposer que, dans une contrée quelconque, il puisse se pro-

ıire, quelle que soit sa configuration, et par une simple mo-
fication de climat, de très grands fleuves ou de très grands
aciers. La difficulté devient encore plus considérable s'il
ıgit, non pas de glaciers resserrés dans des vallées, mais
immenses nappes de glace couvrant des contrées entières, sus-
ptibles de se développer et de se mouvoir, comme le feraient
: puissants glaciers, quoique étant exposées à l'action de toutes
s causes calorifiques.

*Considérations sur les théories diluviennes appliquées au
ırd de l'Europe.* — D'un autre côté, l'interprétation des effets
ratiques du nord de l'Europe, au moyen des hypothèses de
urants, présente de réelles difficultés, que tout observateur
ıpartial doit reconnaître; il importe, dans l'intérêt bien en-
ndu de la science, que l'on sache les points litigieux sur les-
ıels doivent se porter à l'avenir les investigations susceptibles
amener la découverte de la vérité. Si l'on envisage isolément
s sulcatures des montagnes à flancs abruptes de la Scandinavie,
semble que l'on devrait y appliquer les mêmes hypothèses
u'ont imaginées les diluvianistes pour rendre raison du phéno-
ıène alpin. M. Siljeström a remarqué des stries jusqu'à une
ltitude d'environ 1200 mètres, et j'en ai observé jusqu'à
484 mètres au-dessus de la mer, c'est-à-dire presque à la li-
ıite des neiges perpétuelles, sous la latitude de 63° 1/2. Outre
ı ressemblance des sulcatures et leur extension jusqu'à la zone
ivale, c'est un caractère d'analogie avec le phénomène erra-
que des Alpes, et je l'ai déjà signalé dans un mémoire pré-
ɜnté à la Société géologique en juin 1846, et inséré dans le
ɔme 4° du *Bulletin*, p. 76. Plus tard, M. Desor a pensé,
ıais à tort, avoir été le premier à signaler ce caractère (même
ɔme, p. 189).

Néanmoins, l'explication que M. Élie de Beaumont a
onnée du phénomène erratique des Alpes ne peut convenir
ux érosions des plateaux ondulés de la Suède et de la Fin-
ande; il faut alors recourir à la supposition d'un soulève-
nent rapide de la partie centrale de la Scandinavie, qui aurait
té plongée antérieurement sous les eaux de la mer. Comme nous
vons constaté l'existence de plusieurs centres d'action, il y au-
ait eu divers centres de soulèvement qui auraient donné lieu
des courants divergents, mais non à des courants rectilignes
t séparés, comme on a voulu me le faire supposer. L'écueil de
ette théorie, c'est l'absence de preuves d'une immersion des
égions élevées, où l'on observe des sulcatures; si l'on cherche
é iter cette difficulté, on est conduit à admettre l'action de

glaciers pour expliquer les stries situées à une certaine hauteur, ou bien à combiner avec l'hypothèse d'une émersion brusque de la Scandinavie celle d'une fusion des glaces et des neiges qui auraient couvert les hautes régions. Mais nous ne craignons pas d'avouer que ces suppositions ne nous satisfont pas entièrement; les phénomènes erratiques des contrées boréales se présentent, quand on les envisage dans leur ensemble, et qu'on ne veut négliger aucun détail, avec des caractères tellement complexes, qu'aucune des deux théories glaciaire et diluvienne ne me paraît être susceptible, dans l'état actuel de nos connaissances, d'en rendre compte d'une manière certaine, et c'est là ce qui explique la divergence des opinions et la multiplicité des solutions que l'on a voulu donner de ce grand problème.

Sur l'origine des glaces qui ont servi de véhicule aux blocs anguleux et d'un gros volume dans le nord de l'Europe. — Le transport des blocs erratiques du Nord a eu lieu généralement à l'aide de glaces flottantes, comme on l'admet aujourd'hui; mais la majeure partie des glaces qui ont effectué ce transport me paraît ne pas avoir été détaché de glaciers. En effet, les blocs que l'on trouve dans la Scandinavie méridionale, dans les plaines du nord de la Russie et de l'Allemagne, proviennent la plupart des régions basses de la Suède et de la Finlande, qui, dans la théorie glaciaire, auraient été entièrement couvertes de glaces; et alors comment auraient pu avoir lieu les éboulements nécessaires pour fournir aux glaciers les matériaux dont leur surface extérieure eût été chargée? On a prétendu, il est vrai, que des blocs peuvent être arrachés au sol, et remonter à la surface des glaciers; mais le fait est douteux, et on ne peut l'invoquer ici, du moins pour les gros blocs qui gisent à la surface du dépôt de transport, car ils porteraient des traces évidentes de frottement, tandis qu'au contraire ils sont remarquables par leur forme anguleuse et leurs arêtes non émoussées. D'ailleurs les glaces qui se détachent successivement des glaciers littoraux, par suite de leur fusion et de leur progression journalière, chavirent en tombant dans l'eau, et transportent en général peu de fragments pierreux, seulement ceux qui peuvent être enchâssés dans l'intérieur de la glace, comme l'a déjà exposé M. Martins.

Ces considérations m'ont déterminé, dès l'époque où a été publié, en 1842 (1), mon premier Mémoire sur les phénomènes erratiques du Nord, à attribuer le transport des

(1) *Voyage en Scandinavie, en Laponie*, etc.; *Géologie*, par J. Du-

os blocs à des glaces formées par la congélation directe de au. La seule objection que l'on puisse faire, je crois, à t manière de voir, c'est que les blocs provenant de roches uées à des niveaux différents, les glaces formées le long s côtes n'auraient pu leur servir de véhicule. Mais il est cile de répondre à cette objection, car le transport de ces ocs erratiques a été un phénomène de très longue durée, qui eu lieu depuis l'époque du striage des rochers jusqu'au mo- ent actuel, et il se continue encore dans les régions immer- es où parviennent les glaces flottantes, quelle que soit leur ori- ne. Or, il est incontestable que le niveau relatif de la mer des contrées scandinaves a subi de grands changements, et les agments de pierre qui étaient répandus à la surface du sol, qui provenaient des dislocations opérées par des cataclysmes rrestres ou par la congélation de l'eau dans les fissures des chers, ces débris, enchâssés dans la glace, ont pu être mis à ot à mesure qu'une émersion graduelle élevait les parties si- ées précédemment sous une grande profondeur d'eau. Dans aucoup de cas le transport a pu avoir lieu en plusieurs fois, s mêmes blocs peuvent avoir été successivement abandonnés repris par des glaces formées à des niveaux différents, en tre, certains blocs peuvent avoir été amenés à la mer par des aces lacustres ou fluviatiles. Il n'est donc pas étonnant que on trouve réunis des blocs dont les gisements originaires ne nt pas à la même altitude; de plus, des courants marins agis nt dans des directions diverses ont dû amener sur les mêmes oints des glaces transportant des matériaux de contrées diffé- ntes. La manière de voir que je viens d'exposer, et que j'avais éjà indiquée antérieurement, est confirmée par le fait que les ocs épars à la surface du terrain diluvien, qui forme les rives la Baltique, proviennent généralement de régions basses; est dans les parties plus profondes du dépôt de transport que ivent se trouver principalement les débris détachés de régions us élevées, qui appartenaient à la zone littorale, alors que les rties basses de la Suède, de la Norvége et de la Finlande aient cachées sous la mer.

Réfutation d'une objection relative à la théorie des cou- nts. — Je terminerai cette note en répondant à une objec- on qui a été faite à la théorie des courants dans son application,

---

cher; et *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, du 17 janvier 142.

non au nord de l'Europe, mais aux Alpes et aux Pyrénées (1). M. de Charpentier y attache une grande importance, et en a fait l'objet principal d'un Mémoire qui a été inséré dans le *Bulletin*, tome IV, p. 274. Ce savant géologue a cherché à calculer le temps nécessaire pour fondre un glacier, celui du Port-d'Oo, dans les Pyrénées, en supposant à la source de chaleur une température de 1000 degrés; or, comme il obtient pour résultat 58,000 secondes, et que ce temps lui paraît beaucoup trop grand pour satisfaire aux exigences de la théorie diluvienne, il calcule la température qu'aurait dû avoir la source calorifique pour fondre le même glacier dans le temps qu'il suppose être rigoureusement nécessaire, c'est-à-dire dans une seconde, et il arrive ainsi à l'énorme température de 58 millions de degrés. Je ferai d'abord observer que la théorie n'exige pas nécessairement une liquéfaction opérée en une seconde de temps, et en outre qu'il y a dans ce calcul une erreur, consistant à supposer que la chaleur absorbée dans un temps donné varie proportionnellement à la différence des températures du corps échauffant et du corps échauffé. On admet ainsi implicitement la loi de Newton, d'après laquelle la quantité de chaleur que perd, dans un instant très court, un corps qui se refroidit ou qu'absorbe un corps qui s'échauffe, est proportionnelle aux différences de température. Or, cette loi n'est exacte, même approximativement, que pour des excès de température très faibles, ne s'élevant pas au-delà d'une vingtaine de degrés; elle conduit à des résultats tout à fait erronés quand il s'agit d'excès de milliers de degrés.

Pour rectifier les calculs de M. de Charpentier, il faudrait employer les formules obtenues par Petit et Dulong; mais je ne m'arrêterai point à déterminer les changements considérables qui en résulteraient, car il y a d'autres causes d'erreurs qui, à mon avis, annulent complétement les conséquences qu'on voudrait tirer de pareils calculs. MM. Mousson et de Charpentier ont comparé un glacier à une chaudière chauffée par sa surface

---

(1) Depuis la rédaction de ces pages, il vient de paraître dans le *Bulletin de la Société géologique* (t. IV, p. 1334) un Mémoire dont l'impression avait été retardée, et dans lequel M. Élie de Beaumont réfute aussi l'objection de MM. Mousson et de Charpentier. Les considérations qu'il y développe avec sa lucidité habituelle concordent avec celles que j'expose ici, et me paraissent annihiler l'objection des glacialistes suisses.

et susceptible, lorsqu'elle est soumise au feu le plus
évaporer 100 kilogrammes d'eau par heure et par
é de surface chauffée. Mais peut-on assimiler l'effet
ar le rayonnement et le contact de gaz permanents
rface métallique à l'action de vapeurs qui échauffent
de glace et de neige douée de propriétés absor-
res que celles d'un métal, et qui en opèrent la fusion
lensant et cédant à la fois leur chaleur sensible et
e plus, doit-on, dans l'hypothèse de MM. Élie de
et de Collegno, considérer le glacier comme étant
ulement à sa périphérie? Que l'on s'imagine un
gaz soumis par en bas à une forte pression, et
la partie inférieure d'une masse de glace traver-
grand nombre de fentes et de fissures, comme
glaciers actuels : les gaz ne se répandront-ils pas
ment au sein de la masse, le long de tous les inter-
s, de toutes les fissures qu'ils rencontreront? la sur-
ntact des gaz et du glacier se trouvera ainsi multipliée
proportion inappréciable, d'autant plus que le déve-
d'une pareille chaleur et du cataclysme qui l'accom-
erminera la dislocation du glacier, et y fera naître
tude de nouveaux plans de division. Par cette cause,
te de la fusion, le glacier se divisera en une grande
e fragments, qui seront entraînés par l'eau : ainsi,
nir un courant d'un volume donné, il n'est pas besoin
er qu'une masse de glace équivalente ait été fondue
nstantanément, car une portion du courant aura pu
ée de glace et de neige, comme il arrive dans les inon-
ie produit la liquéfaction subite des neiges qui cou-
nauts massifs de la chaîne des Andes, et qui sont fon-
s les éruptions volcaniques. D'ailleurs les énormes
de glace que doit entraîner un semblable courant,
éorie diluvienne, peuvent transporter des blocs volu-
de grandes distances. Je ne prétends pas que l'expli-
phénomènes erratiques par les théories diluviennes
ien à désirer; du moins j'ai voulu faire voir que l'on
t d'accepter la conclusion de M. de Charpentier, ainsi
: *Cette température monstre, que l'on est forcé*
er aux gaz (supposés avoir fondu les glaciers), *con-*
jà à elle seule une difficulté tellement insurmon-
elle rend absolument inadmissible l'hypothèse que
drait défendre.

M. Martins fait remarquer que, pour expliquer le transport de la quantité innombrable de blocs et de galets que l'on rencontre dans les Alpes, par la théorie diluvienne, il est absolument nécessaire de faire intervenir un courant de 700 mètres de profondeur coulant pendant au moins un siècle. Puis il ajoute :

Le Mémoire dont la Société vient d'entendre la lecture est une nouvelle preuve que les observateurs consciencieux finissent toujours par tomber d'accord sur les points principaux qu'ils ont étudiés.

M. Durocher a reconnu que les vagues de la mer arrondissaient et polissaient les rochers, mais que jamais elles ne les striaient. Ayant constaté les mêmes faits pour les eaux torrentielles, il en conclut que les stries scandinaves ne sauraient avoir été burinées par des courants aqueux ou par les vagues de la mer. M. Durocher repousse aussi l'opinion de MM. Forchhammer et Frapolli (1), qui attribuent le phénomène des stries de la côte scandinave à l'action de glaçons poussés sur le rivage, et ajoute plusieurs arguments à ceux que j'avais donnés précédemment (2). Toutefois, M. Durocher trouve encore à la théorie de l'ancienne extension des glaciers des difficultés et des objections que je suis loin de nier. Il en est deux sur lesquelles je désire fixer, pendant quelques instants, l'attention de la Société. La première, c'est l'existence et la progression de glaciers dans des pays de plaine ou faiblement ondulés. Cette existence est démontrée par l'existence de stries et de cailloux rayés *identiques* avec les stries et les cailloux rayés que les glaciers produisent actuellement. Pour faire juger de cette identité, je mets sous les yeux de la Société une surface calcaire et un caillou rayé provenant du glacier de Grindelwald, en Suisse, à côté d'une magnifique plaque striée de *Trenton limestone* des bords du lac Champlain, aux États-Unis, et un caillou rayé de Lebanon, près d'Albani, que je dois à l'obligeance de M. Desor. Ainsi l'ancien glacier se mouvait dans un pays plat, et y produisait des effets identiques avec ceux que le glacier actuel produit dans une haute vallée des Alpes. Il est évidemment fort difficile de comprendre l'existence et la progression d'un glacier dans un pays où les montagnes n'ont pas plus de 1000 mètres de haut.

(1) *Bull. de la Société géologique*, 2e sér., t. IV, p. 1177. (1847.)
(2) *Ibid.*, p. 1185.

J'ai déjà fait remarquer, il y a plusieurs années (1), qu'au Spitzberg les glaciers occupaient seulement les vallées, et non les plaines et les parties plates de l'extrémité méridionale de cette île. Cette difficulté me paraît une de celles qui se présentent le plus souvent en géologie. Nous n'avons que les échantillons en petit des grands phénomènes dont nous étudions les traces. Pour expliquer les effets des courants diluviens, nous analysons ceux de nos petits torrents. Pour nous faire une idée de l'apparition des montagnes, nous invoquons celles du Monte Nuovo; en un mot, nous jugeons toujours du petit au grand. Il en est de même des glaciers : nous ne les croyons que relégués dans les hautes vallées des montagnes, et nous avons de la peine à concevoir une calotte de glace couvrant la Scandinavie et une partie de l'Amérique septentrionale. Si des voyageurs, familiarisés avec les phénomènes des glaciers actuels, parcourent un jour les parties plates du nord de l'Amérique et de l'Asie, ils trouveront peut-être la solution de ce problème. Peut-être les plaines de neige sur lesquelles ce voyageur chemine pendant plusieurs semaines ne sont-elles rien autre chose que de vastes glaciers, qui se meuvent sur de très faibles pentes. Nous savons, en effet, d'après les travaux géodésiques de M. Jean Wild (2), que le glacier de l'Aar se meut, avec une vitesse moyenne de 60 mètres par an, sur un fond dont la pente est de 1° 1′ 23″, pente inférieure à celle des fleuves rapides, tels que le Rhône et le Rhin.

M. Durocher a observé, en Suède, le phénomène des stries croisées, qui, dit-il, s'expliquent difficilement par la théorie glaciaire. Je profite de cette occasion pour en présenter à la Société un exemple, provenant aussi des bords du lac Champlain. Il est une nouvelle preuve de l'identité des phénomènes en Scandinavie et aux États-Unis : sur cette plaque, des stries orientées au N. 10° O. sont coupées par des stries plus récentes dirigées du N.-O. au S.-E. Elles font par conséquent entre elles un angle de 35°, et indiquent deux directions de la masse de glace. Je ne crois pas cette difficulté sans solution. Ainsi, d'anciennes gravures nous représentent le glacier de Grindelwald occupant le milieu de son lit; mais depuis il s'est jeté entièrement sur la rive gauche, où il envahit les prairies, coupe les

(1) *Bull. de la Société de géographie*, t. XII, p. 127. 1841.
(2) Voyez Agassiz, *Nouvelles études et recherches sur les glaciers actuels*; atlas; planche.

arbres et déchausse les rochers. Je crois donc que si l'on pouvait examiner la roche sur laquelle il repose, on trouverait des points où les stries se croisent sous un angle très appréciable. Si de pareils déplacements peuvent avoir lieu chez un glacier encaissé dans une étroite vallée, combien les changements de direction devaient-ils être plus faciles chez des nappes qui se mouvaient sur un sol ondulé, mais où leur mouvement n'était limité par aucune barrière.

Enfin M. Durocher revient sur la difficulté qu'il y a souvent de distinguer des surfaces polies par les glaciers des surfaces de frottement. Ce sont là de ces appréciations où les plus longues descriptions ne valent pas un simple coup d'œil. Je mets donc sous les yeux de la Société des surfaces de frottement de couches les unes sur les autres, et elle jugera, je pense, que, si la confusion est possible, la distinction l'est également pour des yeux exercés. En effet, je crois que l'on confondra rarement les cannelures produites par le glissement de deux couches l'une sur l'autre avec le burinage des glaciers, la différence des deux mécanismes se traduisant d'une manière suffisante par leurs effets.

M. Martins met ensuite sous les yeux des membres de la Société une série d'échantillons de roches polies et striées, et signale les différences qu'elles présentent suivant la nature de l'agent sulcateur. Il insiste principalement sur un calcaire des bords du lac Champlain, qui présente à sa surface des traces incontestables du phénomène glaciérique, et qui démontre, selon lui, d'une manière indubitable, l'existence d'anciens glaciers dans cette région de l'Amérique; cet échantillon présente des stries croisées, les unes dirigées N.-O., les autres N. 10° O. Il reconnaît qu'il y a parfois certaines difficultés à déterminer l'origine glaciérique de certaines stries ; mais ces difficultés sont peu nombreuses, et le plus souvent un observateur exercé ne peut s'y tromper.

M. de Verneuil fait observer que l'Amérique du Nord présente, par son orographie, de grandes difficultés à l'explication du polissage et du burinage de la surface des roches. On ne peut y trouver de massif montagneux qui ait pu donner naissance à d'aussi gigantesques glaciers, et on ne peut pas supposer non plus que ceux-ci soient venus du Nord, car ils auraient dû s'élever de 400 pieds, à partir des bords de la baie d'Hud-

insensible, soit par leurs caractères *minéralogiques*, soit par leurs relations *géologiques*.

1. — *Quartz*. — Le *quartz* forme l'un des éléments importants de la protogine, comme de toute roche granitoïde. Lorsque la roche a une *structure granitique* bien caractérisée, le quartz de la pâte est quelquefois confusément cristallisé; le plus ordinairement, cependant, cela n'a pas lieu, et il est hyalin; gris ou violâtre; quand il présente des cristaux de plusieurs centimètres d'épaisseur; comme dans quelques filons, au lieu d'être rougeâtre ou violâtre, il paraît ordinairement d'un noir assez foncé, et il constitue la variété de quartz dite en *fumée*; on peut constater toutefois, en brisant des fragments ayant l'épaisseur ordinaire des grains de quartz dans la pâte de la roche, qu'en réalité la différence de couleur tient plutôt à l'épaisseur plus grande du quartz dans les filons qu'à la présence d'une quantité plus grande de matière colorante. — Cette coloration du quartz, qui s'observe dans beaucoup de roches granitoïdes, est due à une matière organique bitumineuse qui est volatile sans résidu, car elle est détruite complétement par une légère calcination; le quartz n'éprouve alors qu'une perte à peine sensible de 0;12 dix-millièmes, et il devient blanc et transparent. Du reste, cette matière organique n'est pas volatile dans le vide et à la température ordinaire, car la couleur du quartz enfumé ne disparaît pas quand on le place pendant plusieurs jours sous la cloche de la machine pneumatique, et au-dessus d'un vase renfermant de l'acide sulfurique; elle ne se détruit pas non plus quand on laisse ce quartz en digestion à froid ou à chaud, soit avec de l'acide hydrochlorique, soit avec de l'ammoniaque; cette résistance aux agents physiques et chimiques tient probablement en partie à ce que la matière organique est, sinon en combinaison avec le quartz, du moins intimement engagée dans les pores, même à du quartz. — Lorsque la roche a une *structure* un peu *schisteuse*, le quartz présente souvent des grains blancs microscopiques qui sont accolés et soudés l'un à l'autre; chacun de ces grains est transparent, mais réunis ils paraissent opaques, et ils ressemblent beaucoup à de la neige à demi fondue; leur mode d'aggrégation rappelle la structure arénacée ou celle que prendrait un grès métamorphique. Entre les deux états extrêmes du quartz, qui est tantôt *compacte* et tantôt *grenu*, on peut observer tous les états intermédiaires, et ils sont en relation avec des caractères particuliers présentés par les autres minéraux qui composent la roche. — Le quartz est

inégalement répandu dans la protogine, et, ainsi que le fait remarquer M. de Leonhardt (1), il peut être très abondant ou au contraire manquer complétement. — Les variétés de protogine qui sont les plus riches en quartz sont celles dans lesquelles la structure cristalline est la plus développée, et ce sont généralement aussi celles qui se trouvent dans la partie centrale de la chaîne, ainsi que cela sera démontré plus loin par des analyses de la roche; les variétés moins riches en quartz ont la structure cristalline moins développée, et le quartz y est grenu, comme cela s'observe à l'aiguille du Tour et du Crepon, au glacier d'Argentière, au bas de l'aiguille du Dru, etc. A l'aiguille de la Blaitière on a une variété feuilletée de la roche, dans laquelle on observe encore du quartz grenu ou arénacé jaunâtre; il y forme des zones, et il est quelquefois entouré par du quartz blanc : c'est le granite encaissé de Saussure (2).

2. — *Orthose*. — *L'orthose* a une couleur qui est le plus généralement blanche ou blanc grisâtre; quelquefois cependant elle est fauve ou rose, ou enfin écarlate pâle (3); lorsqu'elle tire sur le jaune brunâtre ou sur le rouge, ce minéral est altéré et en voie de décomposition, ses reflets sont nacrés et très vifs. — D'après de Saussure, sa densité est de 2,615 (4). Ses cristaux, qui ont souvent plusieurs centimètres de longueur, sont toujours nets, et ils présentent généralement la mâcle caractéristique qui leur est habituelle dans les roches granitiques (5). Leurs limites sont bien tranchées, et ils ne sont que très rarement mélangés avec une petite quantité des autres minéraux de la roche. Au glacier d'Argentière (6), ainsi que dans l'Oisans, ils sont très bien développés, et au glacier de la Brenva ils ont jusqu'à 8 centimètres de long. — Les cristaux d'orthose, d'oligoclase et de mica que j'ai analysés provenaient d'un énorme bloc erratique bien connu à Chamouny, et dans lequel on a taillé un obélisque qui depuis a été abandonné; il est situé sur la rive gauche de l'Arveyron, et à une très petite distance de l'extrémité inférieure du glacier dans lequel cette rivière prend sa source. Il présente un

(1) De Leonhardt, *Characteristik der felsarten*, p. 49.
(2) De Saussure, t. II, p. 661.
(3) E. de Beaumont, *Faits pour servir à l'histoire de l'Oisans*. (*Annales des mines*, 3e sér., t. V, p. 7.)
(4) De Saussure, t. II, p. 137.
(5) Voir *Annales des mines* (*Description de la syénite du ballon d'Alsace*, t. XIII (1848), p. 667).
(6) Necker. — Neues Jahrbuch de Leonhardt, 1843, p. 883.

son, jusqu'à 6,000 pieds vers le sud, sous le 31e parallèle.

M. Martins fait remarquer que le glacier de l'Arve, qui s'étendait seulement du Mont-Blanc à Genève, devait avoir 5 à 600 pieds d'épaisseur, et qu'il a couvert entièrement des collines assez élevées, dont toute la surface est aujourd'hui polie et striée.

M. Boubée reconnaît dans les deux directions de stries signalées par M. Martins une concordance avec son opinion des deux derniers changements d'équateur, qui sont, l'un antédiluvien, et l'autre postdiluvien; car les grandes vallées, dit-il, ont la même orientation.

M. Martins fait observer à M. de Verneuil que le relief actuel du sol de l'Amérique du Nord n'est pas le même qu'à l'époque des glaciers, comme le prouvent les couches coquillières des bords du lac Champlain et des environs de Boston.

M. Coquand, en présentant un Mémoire sur les minerais de fer des départements du Lot, de Lot-et-Garonne, de l'Aveyron et de Tarn-et-Garonne, fixe l'attention de la Société sur la découverte qu'il a faite du fer oxydulé engagé en rognons plus ou moins considérables dans les minerais jurassiques de fer hydroxydé de Veuzac, près de Villefranche d'Aveyron. M. Fournet avait déjà attribué une origine aqueuse au fer oligiste, métalloïde en lequel ont été converties beaucoup de coquilles des environs de Semur; et, à l'appui de la communication que lui a faite M. Coquand des particularités du gisement de Veuzac, il a rédigé la note suivante, dont M. Coquand donne lecture.

Depuis quelques années je me suis attaché à l'étude des minerais de fer répandus sur divers points, depuis Candern et le Haut-Rhin jusque dans nos départements méridionaux. Ces études embrassent les diverses formations aqueuses, depuis les plus modernes jusqu'aux plus anciennes; elles comprennent les gîtes stratifiés des terrains du grès bigarré, du lias inférieur, du lias supérieur et du terrain oxfordien de la Voulte, comme les masses disposées en filons, en amas irréguliers et en forme de pots diluviens. Ce grand travail m'a déjà conduit à quelques principes assez curieux, parmi lesquels je rappellerai celui de la rubéfaction des minerais et des roches, ainsi que celui de la formation du fer oligiste métalloïde par voie humide. J'arrive, en

outre, à considérer un grand nombre de ces gîtes comme n'étant autre chose que des épigénies, et aussi, dans d'autres cas, des produits de substitution pseudomorphique. Sous ce dernier point de vue, je puis affirmer qu'il arrive fréquemment que le minerai de fer s'est substitué au carbonate de chaux, dont il a transformé les fossiles calcaires en fossiles ferrugineux. Ces minerais sont souvent accompagnés de produits siliceux, dont l'origine est également due à une pseudomorphose par substitution. Enfin je trouve encore la même origine pour certains minerais de manganèse oxydé métalloïde, accompagnés de jaspes jaunes, d'hématites rouges et jaunes, terreuses, compactes, fibreuses ou cristallines. Cette remarquable formation de manganèse se rencontre dans le terrain néocomien du département de la Drôme, près de Saint-Jean-en-Royans. Je m'arrête, pour le moment, à ces indications sommaires; car, pour être bien compris, il est nécessaire d'entrer dans diverses considérations préliminaires sur les formations aqueuses, formations trop superficiellement étudiées jusqu'à présent.

M. Delesse communique le Mémoire suivant.

Sur la protogine des Alpes, par M. A. Delesse, professeur de minéralogie à la Faculté des sciences de Besançon.

Pendant l'été de 1847, ayant eu l'occasion d'explorer géologiquement une partie des Alpes, et d'accompagner M. Al. Favre dans quelques excursions autour du Mont-Blanc, le rôle important que la protogine joue dans ces montagnes m'engagea à en faire une étude spéciale : c'est le résultat de mes recherches sur cette roche que je vais exposer ici d'une manière sommaire. — Le plus ordinairement la protogine renferme cinq minéraux différents, qui sont : le *quartz*, l'*orthose*, l'*oligoclase*, un *mica à base de fer* et une variété de *talc*; c'est ce qu'on peut observer, par exemple, sur la protogine du Mont-Blanc. Cependant ces cinq minéraux ne sont pas, à beaucoup près, développés d'une manière égale, et souvent même un ou plusieurs d'entre eux viennent à disparaître; mais alors les minéraux qui restent ont conservé des caractères tellement identiques avec ceux qu'ils avaient dans la roche à cinq éléments, qu'il est impossible de ne pas les regarder comme formés dans les mêmes circonstances que les premiers; ils constituent donc des variétés de la première roche, à laquelle ils passent d'ailleurs d'une manière

composition presque identique avec celle de l'oligoclase du granite de Warmbrunn (Silésie), qui a été étudié par MM. G. Rose et Rammelsberg (1). L'oligoclase est très inégalement répandu dans la protogine; souvent il est presque invisible, ou même il n'existe pas; d'autres fois, au contraire, il est très abondant; on l'observe surtout dans les variétés de la roche où la structure granitique et cristalline est le mieux développée, telles que celles qui sont riches en quartz, et qui contiennent du mica; ces variétés se trouvent principalement dans les parties centrales de la formation; en particulier vers les sommets de la chaîne du Mont-Blanc; le quartz est alors le minéral dominant, et l'oligoclase, ainsi que l'orthose, sont, dans certains cas, développés d'une manière à peu près égale. — Quelquefois l'oligoclase entoure complétement les cristaux d'orthose, et il forme autour d'eux une bande d'une couleur blanc de lait; c'est ce qu'on voit, par exemple, dans les roches qui forment les aiguilles au-dessus de la mer de Glace. Le même fait s'observe dans la syénite des ballons des Vosges, et surtout dans la roche de Finlande, qu'on a désignée sous le nom de *Rapakivi*.

4. — *Mica*. — Ainsi que l'indique M. Beudant, la protogine renferme du mica (2); ce mica a une couleur verte plus ou moins foncée, et peu ou point d'éclat; par calcination dans un creuset ouvert, il prend une couleur de bronze rougeâtre, à reflets très vifs; dans un creuset fermé, il devient vert noirâtre. L'altération à l'air suffit, du reste, lorsqu'il est à l'état d'enduit ou de lamelle très mince, pour lui donner une couleur bronzée, et c'est un caractère qui peut servir à le reconnaître. — Sa densité, que j'ai trouvée égale à 3,127, est beaucoup plus grande que celle des micas des granites; cela tient sans doute à sa grande richesse en oxyde de fer. — Il est toujours cristallisé, et il présente des prismes hexagonaux modifiés suivant les arêtes de l'hexagone des bases; lorsque la structure granitique de la roche est bien caractérisée, les cristaux de mica ont plusieurs millimètres de largeur, et leur hauteur est même quelquefois égale à leur largeur; il en résulte qu'ils ne forment pas des paillettes minces, élastiques et transparentes, comme cela s'observe ordinairement dans les granites, mais de petits prismes surbaissés et opaques qui se laissent difficilement diviser en lamelles parallèlement à leur base. — Au chalumeau, il s'arrondit avec

(1) Rammelsberg, *Handwörterbuch*, 1er supplément, p. 104.
(2) Beudant, *Cours élémentaire d'histoire naturelle*.

difficulté sur les bords lorsqu'il est en lamelles minces. — Avec les flux il donne les réactions du fer et du manganèse; il se dissout entièrement dans le phosphate de soude; il donne des squelettes dans la perle de carbonate de soude. — Il s'attaque complétement, même par l'acide hydrochlorique, et la silice se sépare sous forme de flocons un peu gonflés; généralement les micas à deux axes ne s'attaquent pas d'une manière complète, et il est probable qu'il doit encore cette propriété à sa grande richesse en fer. — L'analyse a été faite sur du mica extrait du bloc de granite protoginique désigné ci-dessus, qui provenait des aiguilles au-delà de la mer de Glace, et qui avait déjà servi au triage de l'orthose et de l'oligoclase; il était nettement cristallisé, affectant une forme prismatique hexagonale et surbaissée; il n'était pas pénétré par du talc, comme cela s'observe souvent dans la protogine, et il était seulement accompagné d'un peu de quartz, qui a été séparé facilement. — Dans les opérations j'ai apporté toute la précision possible : j'ai fait deux attaques par le carbonate de potasse et par l'acide fluorhydrique, puis une troisième attaque par le dosage du fluor, d'après la méthode de Berzélius; enfin une quatrième par l'acide hydrochlorique, dans laquelle j'ai recherché, au moyen du chlorure d'or et de soude, quelle était la quantité du protoxyde de fer. L'alumine a été séparée du fer au creuset d'argent, et j'ai dosé directement l'oxyde de manganèse, la magnésie, la potasse et la soude :

			Moyenne.		Oxygène.
Silice	41,22	»	41,22		21,414
Alumine	14,00	13,34	13,92	6,501	13,033
Peroxyde de fer	21,39	21,23	21,31	6,532	
Protoxyde de fer	5,03	»	5,03	1,145	
Protoxyde de manganèse	1,09	»	1,09	0,244	
Chaux	2,58	»	2,58	0,725	
Magnésie	4,70	»	4,70	1,872	6,168
Potasse	»	6,05	6,05	1,025	
Soude	»	1,40	1,40	0,358	
Eau et perte au feu	0,90	»	0,90	9,799	
Fluor	1,58	»	1,58		
			99,78		

Si les propriétés physiques de ce mica sont anormales, et l'ont souvent fait considérer comme un chlorite, on voit que sa composition chimique n'est pas moins bizarre. En effet, tandis que la plupart des micas ne renferment pas de chaux, ou seule-

granite protoginique très bien caractérisé, qui, outre le mica, renferme un peu de ripidolithe et quelques rudiments de talc. Il est identique avec celui qui forme les aiguilles au-delà de la Mer de Glace; on le trouve même en place à une demi-heure de marche du Montanvert, sur la route qu'on suit pour aller au Jardin, et on voit qu'il est séparé d'une manière très nette d'un gneiss, qu'il a très fortement redressé, et par-dessus lequel il est même en surplomb. Il s'observe encore dans tout le massif du Mont-Blanc, au sommet de l'aiguille du Plan, etc.

J'ai trouvé pour la composition de l'orthose blanc-grisâtre, et tirant très légèrement sur le fauve :

Silice.	66,48
Alumine	19,06
Peroxyde de fer. . .	traces
Chaux.	0,63
Magnésie	traces
Potasse.	10,52
Soude.	2,30
	98,99

Dans un mémoire important sur la partie des Alpes comprise entre le Valais et l'Oisans, M. Fournet (1) donne, d'après M. Denave, l'analyse d'un orthose de la protogine du Mont-Blanc. M. Denave n'y indique pas de soude; cependant j'en ai trouvé plusieurs centièmes, et ce résultat concorde bien avec ceux que j'ai constamment obtenus dans l'analyse de différentes roches granitoïdes, car tous les orthoses analysés renfermaient toujours, outre la potasse, quelques centièmes de soude, et une quantité de chaux inférieure à un centième, ainsi que cela a lieu pour l'orthose de la protogine. La teneur en silice de 68 p. 100, dans l'analyse de M. Denave, me semble aussi trop grande, et jusqu'ici on ne l'a trouvée aussi grande que pour des feldspaths, qui diffèrent notablement de celui de la protogine, tels que les feldspaths vitreux des trachytes, qui ont été analysés par Klaproth (2); toutefois cet orthose est remarquable par une teneur en silice élevée, qui est supérieure de 2 p. 100 à celle de l'orthose type ou de l'adulaire. — Des divers minéraux qui composent la roche que nous étudions, l'orthose est toujours, sinon le plus abondant, du moins le mieux caractérisé et le

(1) *Neues Jahrbuch fon Leonhardt*. 1846, 3e vol., p. 360.
(2) Rammelsberg, *Handwörterbuch*, p. 234.

plus essentiel, car, quand il disparaît, la roche cesse d'être considérée comme protogine. — Plus la structure granitique de la protogine est développée, plus les cristaux d'orthose sont nets, éclatants, leurs lamelles sont même translucides ; alors aussi le quartz est hyalin, et il forme des espèces de gouttelettes irrégulières interposées entre les différents minéraux. — Au contraire, lorsque la roche a une structure gneissique ou même schisteuse, les cristaux d'orthose sont moins nets et opaques : en même temps le quartz a une couleur blanche, qui est à peu près la même que celle de l'orthose, ce qui le rend très difficile à reconnaître, et il forme, ainsi que cela a été décrit antérieurement, de petits grains microscopiques agglomérés l'un à l'autre.

3. — *Oligoclase.* — Dans la protogine, de même que dans la plupart des granites, il y a, indépendamment de l'orthose, un deuxième feldspath appartenant au dernier système cristallin. Ce feldspath est ici de l'oligoclase ; il est assez difficile à distinguer à cause de sa couleur blanche, qui est presque la même que celle de l'orthose ; cependant le blanc de l'orthose est translucide, tandis que celui de l'oligoclase est mat ou *très légèrement* verdâtre ; il est d'ailleurs caractérisé par les stries parallèles et microscopiques qui lui sont habituelles, et il présente souvent des cristaux complexes mâclés comme ceux de l'albite de Carlsbad. Ses cristaux ont une forme rectangulaire allongée dans le sens des stries, mais ils dépassent rarement quelques millimètres.

Sa densité était de. . . . 2,633

L'analyse de cristaux très purs provenant des aiguilles qui dominent la Mer de Glace a été faite par le carbonate de soude et par l'acide fluorhydrique ; j'ai trouvé pour leur composition :

Silice.	63,25
Alumine	23,92
Peroxyde de fer.	traces
Oxyde de Manganèse . . .	traces
Chaux	3,23
Magnésie.	0,32
Soude	6,88
Potasse.	2,31
	99,91

On peut facilement reconnaître que la formule de ce feldspath est celle de l'oligoclase, et il est très remarquable qu'il ait une

nt des traces, il en a plus de deux centièmes; sa richesse en est très grande, quoique inférieure à celle du mica d'Aborss (Finlande), analysé par M. Svanberg (1). Je me suis assuré, reste, que l'oxyde de fer obtenu était parfaitement pur, et retenait plus ni alumine ni magnésie; c'est à cette grande nesse en oxyde de fer qu'il doit, sans doute, la facilité avec uelle il s'attaque par les acides et sa couleur verte. On peut narquer que sa teneur en fluor est grande pour un mica qui renferme pas de lithine, et par conséquent il vérifie la loi blie par M. H. Rose, d'après laquelle la richesse d'un mica en or croît ou décroît avec la richesse en fer. Il contient une ntité notable de magnésie, mais il y en a beaucoup moins que xyde de fer; j'ai constaté d'ailleurs que, dans le mica brun nbac, qui se trouve le plus ordinairement dans les granites, it l'inverse qui a lieu, et il y a au contraire plus de magnésie e d'oxyde de fer. — Outre la magnésie, il renferme encore la potasse, et même de la soude; le mica de la protogine me donc, en quelque sorte, une espèce de mica intermé-ire entre les micas à base de magnésie et ceux à base de asse. D'après sa teneur en oxyde de fer, en silice et en mine, il semblerait devoir être considéré comme mica à un e, et rapproché du mica de Miask, analysé par Klaproth et Rose (2); cependant il contient trop peu de magnésie, et au ntraire trop d'alcali; il en résulte qu'il serait difficile, ou me impossible, à moins de supposer des erreurs d'expérience admissibles, de le ramener à la formule simple qu'on a trouvée qu'à présent pour ces micas; d'un autre côté, sa teneur en ali est faible pour un mica à deux axes, et elle le rapproche s variétés de ces micas du Cornwall et d'Abhorforss, qui ont é examinés par MM. Turner et Svanberg (3). Quoique je ne pas pu faire l'essai de ses propriétés optiques, d'après sa me et d'après sa composition, je pense donc que ce mica doit re considéré comme mica à deux axes, et il formerait, en elque sorte, un intermédiaire entre les deux grandes divi-ns de la famille si nombreuse des micas : comme sa richesse fer est l'un de ses caractères les plus saillants, je le désigne-i sous le nom de *mica* à deux axes *à base de fer*. — Si on it abstraction du fluor, les rapports entre les quantités d'oxy-

(1) Voir Rammelsberg, *Handwörterbuch*, p. 261.
(2) Rammelsberg, *Handwörterbuch*, p. 261.
(3) *Id ibid.*

gène de $\dot{r}$, $\dddot{R}$, $\dddot{S}i$ sont à peu près entre eux comme les nombres 1 : 2 : 3 ½; mais, dans l'état actuel de nos connaissances sur l'isomorphisme, il serait difficile de représenter la composition chimique par une formule simple.

Le mica qui vient d'être décrit m'a paru être, après l'orthose, le minéral le plus constant de la protogine, et je l'ai observé dans presque tous les échantillons provenant des Alpes de Suisse ou du Dauphiné. Il est ordinairement associé avec le quartz au milieu duquel il se trouve, ainsi que cela a lieu généralement dans les roches granitoïdes, mais ses caractères varient assez notablement avec la structure de la protogine. — Cette structure est-elle *granitique?* Le mica à une couleur vert-noirâtre, et, parallèlement au clivage le plus facile, il présente de l'éclat et des reflets bronzés; il forme de petits prismes hexagonaux surbaissés ayant plusieurs millimètres, et qui se présentent comme de petites taches isolées sur la roche : c'est ce qu'on observe, par exemple, pour la variété du sommet du Mont-Blanc, etc., etc. — La structure est-elle *gneissique?* Le mica a une couleur verte foncée, et beaucoup moins d'éclat que précédemment; il est en lamelles microscopiques, mais qui sont beaucoup plus épaisses que les lamelles de mica qu'on observe ordinairement dans les granites; elles sont d'ailleurs groupées suivant les bandes ou suivant les figures de forme bizarre qui, par leur couleur verte foncée, dessinent la structure gneissique; ces figures allongées, qui sont très irrégulières, ressemblent en quelque sorte à des cavités dans lesquelles le mica serait venu cristalliser; on peut citer, comme exemples, la protogyne de l'aiguille du Dru, celle d'Argentière, celle de Fessonnette, etc. — Enfin, lorsque la structure est *schisteuse*, le mica a une couleur verte peu foncée; il présente des paillettes très minces disposées parallèlement à la schistosite, et engagées dans du talc; elles sont toujours très peu abondantes; souvent elles ne deviennent bien visibles que quand on fait subir préalablement à la roche une calcination, car elles prennent alors des reflets bronzés. — Le mica vert foncé, qui se trouve dans les protogines à structure gneissique et schisteuse, paraît avoir été généralement confondu avec de la chlorite; cela tient, sans douse, à ce qu'il est complétement privé de l'éclat caractéristique du mica, à ce qu'il est en lamelles beaucoup plus épaisses que celles du mica des granites, et à ce qu'il rappelle la chlorite par sa couleur, par sa manière d'être et par son mode de gisement.

5. — *Talc.* — La protogine renferme encore une substance forant des lamelles contournées très minces, qui sont intercalées ıtre ses divers minéraux, et qu'on doit regarder comme une *ıriété de talc.* Elle a un éclat nacré; sa couleur, d'un effet très ;réable à l'œil, varie du vert céladon ou du vert d'émeraude au ert grisâtre pâle. — Par calcination, elle prend une teinte qui ıt tantôt brun de bois clair, avec reflets dorés, et tantôt brıître. Le talc pur et bien caractérisé, tel que celui du Zillerthal Tyrol) et de l'île de Rhodes (États-Unis) (1), deviendrait blanc 'argent très légèrement jaunâtre. Elle n'est pas élastique. Sa ureté est un peu supérieure à celle du talc, même lorsqu'elle e paraît pas mélangée de matières étrangères; après calcination, lle raie, comme lui, le verre. — J'ai essayé au chalumeau des ımelles très minces extraites de divers échantillons de protoine; à un feu très vif, ainsi que de Saussure l'avait déjà contaté (2), elles s'arrondissent sur les bords sans s'exfolier, et la artie fondue est colorée par le fer; le talc type, tel que celui ui a été désigné ci-dessus, s'exfolierait au contraire sans se ondre; cette fusibilité de la substance, et la couleur brune ıu'elle prend par calcination, indiquent donc qu'elle est plus iche en fer que le talc. — En calcinant fortement au feu de harbon des lamelles vert-clair mélangées d'oligoclase, proveıant de l'aiguille du Dru, ainsi que des lamelles vert-grisâtre ın peu mélangées d'orthose, et venant d'une protogine porphyıique et schisteuse de Cevin (Tarentaise), j'ai trouvé que leur ɔerte était toujours inférieure à 1 p. 100, ou au plus égale; or, l'après l'appréciation de la quantité de matières étrangères méangées, je ne pense pas que cette perte puisse atteindre 3 p. 100 ɔour la substance parfaitement pure; comme elle serait de 9 à 12 pour la chlorite et le ripidolithe, de 5 environ pour la stéaite, et de 3 p. 100 pour le talc, la substance me paraît devoir ître rapportée à une *variété de talc;* on voit toutefois, d'après es propriétés qui viennent d'être énumérées, que cette variété lifférerait assez notablement de l'espèce type, et en particulier elle renfermerait plus de fer, et probablement aussi moins l'eau; de plus, sa composition ne serait pas très constante dans oute l'étendue de sa formation protoginique, et elle présente-

(1) *Annales des mines* (1846), t. IX, p. 307, *Recherches sur la omposition chimique de quelques minéraux*, par M. Delesse.

(2) De Saussure, t. IV, p. 169. — La matière est désignée sous le ıom de stéatite terreuse.

rait dans la nature des bases combinées des différences correspondant aux différences de couleurs qui ont été signalées. — Quand on considère un grand nombre d'échantillons de protogine, on voit dans le groupe de montagnes du Mont-Blanc que l'orthose conserve à peu près invariablement sa couleur blanc-grisâtre, tandis que l'oligoclase est tantôt blanc de lait, tantôt vert-émeraude, tantôt vert-grisâtre; mais il est facile de reconnaître que cette couleur vert-émeraude ou vert-grisâtre de l'oligoclase n'est pas sa couleur propre, et qu'elle est due à l'interposition d'une multitude de lamelles de talc qui pénètrent le cristal de la manière la plus intime; ces lamelles, généralement visibles à la loupe, sont parallèles au plan de rotation de la mâcle, et par conséquent aux stries qui en résultent, elles remplissent les interstices microscopiques produits dans l'oligoclase par le clivage facile, suivant cette direction. — Quelquefois la couleur verte est excessivement faible, et elle est répandue comme un nuage très léger dans certaines parties du cristal, tandis que d'autres parties sont d'un blanc de lait. Quelquefois, au contraire, ainsi que l'a observé M. de Leonhardt (1), le cristal est tellement pénétré par le talc qu'il a une couleur vert-grisâtre, et qu'on le prendrait pour un nodule de talc si on ne reconnaissait pas qu'il est beaucoup plus dur, et qu'il a les stries fines et parallèles de l'oligoclase. En général, plus il y a de talc dans la roche plus l'oligoclase en est pénétrée; quant à l'orthose, ses cristaux ne sont pas pénétrés par le talc, quoiqu'ils en soient souvent complétement entourés, ainsi que cela a lieu dans quelques protogines schisteuses. — Les mêmes faits peuvent s'observer sur d'autres protogines que celles des Alpes, telles, par exemple, que celle de Corte, en Corse; c'est encore l'oligoclase seul qui est pénétré par le talc, et la couleur vert-émeraude clair, que prennent certaines parties de la roche, constitue en quelque sorte un de ses caractères.—Cette pénétration de l'oligoclase par le talc, qui peut ne pas exister, être rudimentaire ou plus ou moins avancée, ou enfin être complète, me paraît présenter les diverses phases d'un phénomène de *pseudomorphose* qui se serait étendu à tout le massif de protogine des Alpes. — Des études remarquables sur les pseudomorphoses ont déjà conduit M. Blum (2) à admettre qu'elles s'opèrent souvent sur

(1) De Leonhardt, *Characteristik der felsarten.*

(2) R. Blum, *Die pseudomorphosen des mineralreichs et Nachtrag*, etc.

ne grande échelle, et qu'elles jouent un rôle important dans la ormation de quelques minéraux des roches.

6. — Le talc qui vient d'être décrit est, après l'orthose, l'un es minéraux les plus constants de la protogine, à laquelle il nprime d'ailleurs le caractère qui lui a valu d'être distinguée es autres roches granitoïdes par un nom spécial; il entre, il st vrai, en petite quantité dans la protogine, et de plus en roportions extrêmement variables, mais son développement arait plus que celui de tout autre minéral être en relation atime avec la constitution minéralogique de la roche, avec la osition qu'elle occupe dans la formation, et surtout avec sa tructure.

Dans les variétés granitiques, qui se trouvent généralement u centre de la formation, le talc manque quelquefois complétement; il me semble, cependant, qu'on doit toujours regarder ces rochers comme des variétés de protogine, car le nica, l'oligoclase et l'orthose sont identiques à ceux de la protogine la mieux caractérisée; le plus ordinairement, d'ailleurs, es variétés *granitiques* renferment une petite quantité de alc qui contribue à leur donner une belle teinte vert clair; les variétés granitiques, soit avec talc ou sans talc, peuvent, par exemple, s'observer, soit à la partie supérieure des montagnes qui forment le groupe du Mont-Blanc, soit aux aiguilles de la mer de Glace, etc. — A mesure qu'on s'éloigne du centre de la formation, le talc apparaît peu à peu en quantité notable, et les variétés *gneissiques* succèdent aux précédentes; le talc se présente en feuillets contournés verts ou verts-grisâtres, formés par l'assemblage d'une multitude de petites écailles qui pénètrent l'oligoclase, mais qui se ploient et se reploient autour des cristaux d'orthose en les laissant intacts et en suivant exactement tous leurs contours; c'est ce qui a lieu, par exemple, pour les protogines (1) des glaciers de Bionnassay, des Bossons et d'Argentière, celles de la base des aiguilles du Gouté, du Dru, du Géant, celle des chalets de Lognan, etc., et en général pour celles qui sont dans la partie moyenne de la formation. — Enfin, dans les variétés *schisteuses*, qui succèdent aux variétés gneissiques, et qui se trouvent à la périphérie, le talc

(1) De Saussure, t. II, p. 55, etc. — Dans la collection de M. de Jurine, mise à ma disposition avec une extrême obligeance par M. A. Favre, la plupart de ces roches sont appelées eurites et pétrosilex à base de protogine.

devient encore plus abondant, et les dimensions des cristaux qu'il enveloppe allant en diminuant, ses feuillets se rapprochent de plus en plus; quelquefois même on distingue un grand nombre de bandes parallèles, alternativement quartzeuses ou feldspathiques et talqueuses, qui sont assez petites pour n'être vues qu'à la loupe, ou seulement lorsque le feldspath a été un peu kaolinisé par l'exposition à l'air; la roche forme alors un pétrosilex talqueux, ou, suivant l'expression très juste de M. Brochant (1), un schiste talqueux feldspathique, et elle paraît n'avoir d'autre limite que le schiste talqueux. Les variétés schisteuses s'observent à Cevin, dans la Tarentaise (2), à Saint-Gervais, à Vissoye (3), dans le Valais, dans la Savoie, dans la vallée d'Aoste, au Mont-Cervin (4), etc., etc., et en général aux limites de la formation.

De Saussure, Brochant de Villiers (5), MM. Élie de Beaumont (6), Scipion Gras, Studer et Sismonda, ainsi que la plupart des géologues qui se sont occupés de l'étude des Alpes, ont déjà signalé d'une manière spéciale cet ordre de succession présenté dans la formation de la protogine par le granite, le gneiss et le schiste talqueux feldspathique.

7. — Indépendamment des minéraux qui viennent d'être décrits, la protogine, ainsi que le font observer MM. Dufrénoy et E. de Beaumont (7), peut encore renfermer accidentellement dans sa pâte de la hornblende (8), et avec elle du sphène en cristaux très nets ayant la forme de ceux d'Arendal, de la pyrite de fer magnétique, des grenats, de la serpentine, etc., etc.

8. — Certains filons présentent de la chaux fluatée, du fer oligiste, du molybdène sulfuré, etc.; dans l'Oisans, ainsi que le fait observer M. E. de Beaumont (9), il y a de l'albite et des minéraux très variés, du rutile, de l'anatase, de la brookite (10), etc.

---

(1) Brochant de Villiers, *Ann. des mines*, 1re sér., t IV.

(2) D'après des échantillons recueillis par M. A. Favre.

(3) Studer Neues Jahrbuch de Leonhardt, 1844, p. 450.

(4) B. de Villiers, *Ann. des mines*, t. IV, 1re sér., *Roches granitoïdes du Mont-Blanc*, p. 287 et suiv.

(5) *Id. ibid.*

(6) Élie de Beaumont, *Faits pour servir à l'histoire des montagnes de l'Oisans* (*Annales des mines*), 3e série, t. V, p. 9.

(7) Dufrénoy et Elie de Beaumont, *Description de la carte géologique de France*, t. I, p. 67.

(8) De Jurine, *Journal des mines*, t. XIX, p. 373.

(9) E. de Beaumont, mémoire déjà cité, p. 12.

(10) Observations inédites de M. A. Favre.

9. — Enfin on y trouve surtout des filons qui paraissent être contemporains de la roche, qui sont souvent formés de *quartz*, *d'épidote* et de *ripidolithe*.

Ripidolithe. — L'étude de ce ripidolithe m'a montré qu'il est en paillettes ou plutôt en grains généralement microscopiques et d'un vert foncé; sa couleur suffit pour le distinguer du talc, qui est vert clair, mais elle est à peu près la même que celle du mica, avec lequel il a souvent de la ressemblance. On peut observer cependant qu'il n'a pas l'éclat du mica, qu'il devient vert noirâtre par calcination dans un creuset fermé, tandis que le mica prend par altération à l'air, et surtout par calcination dans un creuset découvert, un éclat plus vif, et même des reflets bronzés. — Le ripidolithe est notablement moins dur que le mica; au chalumeau il fond avec difficulté, mais plus facilement toutefois que le mica, qui s'arrondit seulement sur les bords lorsqu'il est en lamelles minces; du reste, le ripidolithe et le mica présentent fortement l'un et l'autre la réaction du fer; ils se dissolvent intégralement dans la perle de phosphate de soude, et ils donnent tous deux des squelettes dans celle de carbonate de soude. Les seuls caractères auxquels on puisse avoir recours pour les distinguer sont donc leur couleur et leur éclat, surtout après altération ou calcination, leur fusibilité et leur dureté. — J'ai recueilli quelques grammes de ripidolithe dans un petit filon traversant un bloc de granite protoginique des aiguilles de la Mer de Glace; il formait une petite masse compacte produite par l'agglomération de paillettes microscopiques et hexagonales; il était vert foncé et très tendre; pulvérisé, il avait une couleur vert clair; il a été facilement débarrassé de quelques grains de quartz qui l'accompagnaient. — Un essai fait sous ma direction par M. Ringuelet, candidat à l'École centrale, a montré que ce minéral s'attaque très facilement et d'une manière complète par l'acide hydrochlorique; la silice ne fait pas gelée; il devient vert noirâtre et magnétique par calcination, et il perd 10,70 p. 100 d'eau; il renferme 28,59 de *silice*, et de l'*alumine*, de l'*oxyde de fer*, ainsi que de la magnésie; il ne contient d'ailleurs pas de chaux (1). D'après cet essai, le minéral est donc bien la variété de chlorite à laquelle M. G. Rose a

(1) De Saussure, t. II, p. 133, rapporte une analyse d'une terre verte de Chamounix dont les résultats différeraient assez des précédents; mais cette analyse, exécutée par Hoepfner, date de l'enfance de la chimie.

donné le nom de ripidolithe, qu'on peut aussi considérer comme une *chlorite ferrugineuse*; ce ripidolithe ressemble beaucoup à un ripidolithe des Pyrénées (1), dont j'ai fait antérieurement l'analyse, et il paraît également devoir être rapproché des ripidolithes que renferme le granite du Dauphiné, et qui ont été analysés par M. de Marignac (2). — Les filons de quartz et d'épidote sont le gisement le plus habituel du ripidolithe; cependant on le trouve aussi accidentellement au milieu de la pâte de la protogine; il tapisse alors des cavités de forme irrégulière, qu'il paraît avoir remplies postérieurement; c'est ce qu'on observe également dans quelques granites et syénites.

10. — D'après un travail de M. Fournet (3) sur le magnétisme dans les roches, la protogine, de même que la plupart des granites, n'exerce le plus ordinairement aucune action sensible sur l'aiguille aimantée.

Composition moyenne.

11. — Je me suis proposé de déterminer la composition moyenne de quelques protogines bien caractérisées :

1° J'ai d'abord examiné la protogine (4) du sommet du Mont-Blanc. L'échantillon sur lequel j'ai opéré m'avait été remis par M. le docteur Ordinaire, professeur à l'école de médecine de Besançon, et jusqu'à présent le seul voyageur qui ait fait deux fois l'ascension complète du Mont-Blanc; il provenait du sommet le plus élevé, et il ressemblait parfaitement à ceux qui en ont été rapportés à différentes reprises, et qui se trouvent dans les galeries du Muséum, à Paris. Il était très riche en quartz hyalin, qui présentait de gros grains de forme irrégulière ayant quelquefois 1 centimètre de diamètre, et dont la couleur grise était très légèrement nuancée par une teinte violâtre. — L'orthose était blanc grisâtre à reflets nacrés; l'oligoclase, plus abondant qu'à l'ordinaire, formait des cristaux bien nets, mâclés comme l'albite de Carlsbad; ils avaient une très belle couleur verte due à l'interposition du talc entre leurs lamelles; comme l'orthose n'était pas pénétré par le talc, la couleur verdâtre seule permettait de reconnaître très facilement les cristaux d'oligoclase.

---

(1) Sa densité était de 2,72.

(2) *Annales de chimie et de physique*, t. XIV.

(3) *Société d'agriculture de Lyon*. Janvier 1848. *Magnétisme des minerais et des roches*, etc., par M. Fournet.

Enfin, contrairement à l'opinion de Saussure (1), la roche renfermait du mica vert foncé bien cristallisé, ayant des reflets brunâtres parallèlement à la base, et identique à celui qui a été analysé.

2° La deuxième variété de protogine (2), dont j'ai fait l'essai, était, de même que la précédente, d'un effet très agréable à l'œil; je la dois à l'obligeance de M. Favre, qui l'a recueillie lui-même sur les aiguilles du fond de la Mer de Glace. Elle différait peu de celle qui m'a servi à extraire les cristaux que j'ai soumis à l'analyse; elle avait une structure granitique bien caractérisée; le quartz hyalin gris, légèrement rougeâtre, formait en quelques endroits des grains ayant une section confusément hexagonale; l'orthose blanc-grisâtre était mâclé et en cristaux de 2 à 3 centimètres de longueur; l'oligoclase, qui était abondant, avait une couleur blanc de lait, et présentait la mâcle complexe déjà décrite; ses cristaux, ayant quelquefois 2 centimètres de longueur, étaient limités d'une manière un peu confuse; dans quelques parties ils étaient pénétrés par du talc vert clair, mais beaucoup moins que dans l'échantillon précédent. Le mica à reflets d'un brun tombac foncé était accompagné de paillettes microscopiques et vert-noirâtre de ripidolithe; enfin une petite quantité de talc vert clair formait des lamelles interposées entre différentes parties de la roche.

3° La troisième variété de protogine (3) provenait de l'aiguille du Dru; elle est identique à celle de l'aiguille d'Argentière, mais elle diffère notablement des deux précédentes; elle a une structure gneissique, et quand on l'examine sur le terrain elle présente des traces de stratification observées depuis longtemps par les géologues des Alpes. Sa teinte générale, qui est vert-grisâtre clair, est produite par des feuillets minces de talc interposés entre les minéraux de la roche; ce talc, qui a une couleur vert clair un peu plus foncée que dans les protogines (1) et (2), n'est pas, à beaucoup près, aussi abondant qu'on serait tenté de le croire à la première inspection de la roche. — Le quartz forme des grains blancs ou grisâtres qui tantôt ont 1 centimètre de diamètre, et qui tantôt, au contraire, deviennent microscopiques, et sont agglomérés l'un à l'autre. L'orthose est en grands cristaux blancs, généralement opaques; leurs faces sont moins nettes, et ont un éclat beaucoup moins vif que dans les deux variétés de protogine qui viennent d'être décrites. L'oligoclase

(1) De Saussure, t. II, § 612.

semble, au premier abord, ne pas exister dans l'échantillon; mais en examinant avec soin à la loupe les parties vert clair de la roche, on y reconnaît la mâcle caractéristique à stries parallèles, et un triage exécuté sur la roche fait même voir que l'oligoclase est abondant, seulement ses cristaux sont tellement entourés de talc et pénétrés par lui qu'ils en ont complétement la couleur. — J'ai trouvé que la densité de la roche est de 2,72, par conséquent elle est un peu supérieure à la densité moyenne des granites, ce qu'on doit attribuer au talc et au mica.

Le tableau suivant donne les résultats de l'essai de ces trois échantillons; l'essai de l'échantillon (3) a été fait par M. Ringuelet, candidat à l'École centrale.

	(1)	(2)	(3)
Silice	74,25	72,42	70,75
Alumine	11,58	14,53	
Oxyde de fer (1)	2,41		
Oxyde de manganèse	traces	traces	»
Chaux	1,08	1,03	1,08
Potasse, soude et magnésie (diff.)	10,01	»	»
Eau	0,67	»	0,71
	100,00		

Quoique la magnésie n'ait pas été dosée complétement, je me suis assuré cependant que dans l'échantillon (1) il n'y en avait pas plus de 1 ou 2 centièmes. Au premier abord la couleur verte de la roche tendrait à faire croire qu'elle est beaucoup plus riche en fer et en magnésie; mais en l'examinant avec plus de soin on voit que les silicates de magnésie et de fer qui lui donnent ordinairement sa teinte générale sont en réalité très peu abondants et qu'ils remplissent en quelque sorte à l'égard de la roche le rôle d'une matière colorante. La teneur en eau est très faible; je l'ai recherchée dans une collection de protogines que je dois à l'obligeance de M. A. Favre, et j'ai constaté que dans celles qui sont à structure granitique et pauvres en talc elle est presque nulle et seulement de 1, 2, ou 3 millièmes; elle peut cependant s'élever jusqu'à 6 et 7 millièmes, comme cela a lieu pour les

(1) Le nombre qui donne la teneur en fer dans l'analyse (1) est plutôt trop fort que trop faible, car la pulvérisation de la roche a eu lieu dans un mortier de fer, et j'ai oublié d'enlever les parcelles de fer à l'aide du barreau aimanté, ainsi que je le fais ordinairement.

:hantillons qui ont été essayés; dans les protogines schisteuses ui paraissent très riches en talc, telles que celles de Cevin dans Tarentaise, dans celle du Bochard près de Chamounix appelée parine feuilletée par M. de Jurine, j'ai trouvé qu'elle était inrieure à un p. 100; comme, à part quelques millièmes d'eau ygrométrique, la perte au feu doit être attribuée au talc, au ica et accidentellement à un peu de ripidolithe, il en résulte ıe ces minéraux sont toujours très peu abondants; quelquefois pendant, ainsi que j'ai déjà eu l'occasion de le faire observer, après la couleur verte plus ou moins foncée de la roche, on rait tenté de croire qu'il en est autrement.

Les trois variétés de protogine essayées ont une composition ıi est à très peu près celle que j'ai obtenue en analysant diffé-nts granites bien caractérisés et en particulier ceux qui se trou-:nt dans les Vosges (1); elles renferment seulement une quan-té un peu plus grande de fer et de magnésie, ce qui est dû à la ·ésence du mica et du talc. — La protogine est donc bien un ·anite, et sa composition chimique ne diffère guère de celle des ·anites ordinaires qu'en ce qu'elle contient 1 ou 2 centièmes oxyde de fer et de magnésie.

12.—La composition chimique de chacun des minéraux de la ·otogine étant connue, on peut calculer la proportion de ces mi-:raux qui entre dans l'unité de poids de la roche en la considé-nt comme formée seulement de quartz, d'orthose, d'oligo-ıse et de mica, ce qui est à très peu près exact, car il y a le ıs généralement très peu de talc; on observera en effet que somme des proportions de tous les minéraux doit être égale à nité, et la détermination qui a été faite de la silice, de l'alu-ne et de la chaux dans la roche fournit en outre 3 équations s simples du premier degré; on aura donc 4 équations du :mier degré, dont la résolution fera connaître les proportions :rchées. — Il importe d'observer cependant que le résultat peut être qu'approximatif, car d'un côté on fait abstraction talc qui diminuerait sans doute la proportion du mica, et n autre côté j'ai constaté par la résolution des équations que ; erreurs très faibles d'analyse telles que celles qui porteraient · le chiffre des millièmes, peuvent donner lieu à des différences plusieurs centièmes dans le calcul des valeurs de x, y, z, etc.

13. — Tous les géologues qui ont étudié les Alpes et qui ont :rit la protogine se sont attachés à faire ressortir combien elle

1) *Annales des mines.*

était variée dans son aspect ainsi que dans sa composition minéralogique; c'est ce que mettent bien en lumière les écrits de Saussure (1), de Brochant de Villiers (2), d'Aubuisson, de Voisins (3), et plus récemment encore ceux de MM. E. de Beaumont, Fournet (4), Necker (5), A. Favre, Boué, de Sismonda, et sutout ceux de MM. Scipion Gras (6) et Studer (7). De Jurine avait proposé pour désigner quelques variétés de protogine des noms différents qui pour la plupart ne paraissent pas devoir être conservés; car, ainsi que le fait remarquer Brochant de Villiers (8), il ne suffit pas pour distinguer deux roches qu'il y ait quelques différences dans la proportion de leurs minéraux constituants, mais il faut encore qu'elles présentent des différences d'âge et de gisement. — En étudiant les nombreuses variétés de protogine qui se trouvent dans les Alpes, on reconnait qu'on peut les rapporter à deux types principaux en relation avec leur structure, et distinguer celles qui ont une structure *granitique* et celles qui ont une structure *schisteuse;* ces différences dans la structure correspondent en effet à des différences importantes dans la composition minéralogique qui ont déjà été signalées successivement et que l'on peut résumer ainsi : Les protogines à structure *granitique* présentent une cristallisation très nette et bien développée; le quartz est abondant et hyalin, l'orthose est en cristaux translucides et éclatants; il y a beaucoup d'oligoclase relativement aux proportions de ce minéral qui se trouvent ordinairement dans la roche; il y a généralement du mica mais peu de talc; enfin elles paraissent se trouver dans le centre de la formation et quelquefois même dans les parties plus élevées de la chaîne des Alpes. —Les protogines à structure *schisteuse* présentent au contraire une cristallisation peu nette ou même confuse; le quartz est peu

(1) De Saussure, §§ 133, 604, 659, 661, 662, 664, 665, 676, 1679, 1987, 1996, 2143, et 1691.

(2) *Annales des mines*, t. IV, p. 283.

(3) *Journal des mines*, t. XXIX.

(4) Fournet, *Géologie de la partie des Alpes entre le Valais et l'Oisans.* — Neues Jahrbuch de Leonhardt. 1846, 3e livr.

(5) Necker, *Etudes géologiques dans les Alpes*, p. 230.

(6) Scipion Gras; réunion extraordinaire à Chambéry, *Essai sur la constitution géologique des Alpes centrales et de la Savoie.*

(7) Neues Jahrbuch de Leonhardt. Studer, différentes publications en 1846, etc., in-8. — *Journal des mines*, t. XIX, p. 372.

(8) B. de Villiers, p. 291.

abondant et quelquefois il manque tout à fait; il est en petits grains agglomérés l'un à l'autre; l'orthose est opaque, les arêtes de ses cristaux ne sont pas vives; l'oligoclase est fortement pénétrée par le talc ou bien ne s'observe plus; le mica a moins d'éclat et une couleur moins foncée, il est en lamelles cristallines peu nettes; le talc est beaucoup plus abondant; enfin elles se trouvent principalement sur le flanc des hautes chaînes et à leur pied ou du moins à la périphérie. — Entre ces deux types extrêmes qui ont été définis, viennent s'intercaler une foule de variétés qui au premier abord paraissent en différer beaucoup, mais dans lesquelles la *dégradation* des caractères a cependant lieu d'une manière insensible; on les désigne quelquefois sous les noms de protogines *porphyrique*, *gneisique*, *veinée*, de *gnegyne* (1), de *schiste cristallin* (2), de *schiste talqueux feldspathique* (3), etc. — Il serait assurément facile de trouver des exceptions aux caractères qui viennent d'être signalés comme étant ceux des types extrêmes de la protogine; mais je pense néanmoins qu'on peut les regarder comme *généraux*. — Il importe de remarquer du reste que l'exactitude des considérations qui précèdent est démontrée par les essais qui donnent la composition de la masse de la roche; car le quartz étant abondant dans les variétés granitiques, tandis qu'il l'est moins ou qu'il vient même à manquer dans les variétés schisteuses, si on suppose que les autres minéraux restent constants, la richesse moyenne en silice devra nécessairement aller en diminuant; d'après la couleur verte que prend la roche à mesure qu'elle passe à la structure schisteuse, les silicates de magnésie et de fer sont visiblement plus abondants, par conséquent la quantité de magnésie et d'oxyde de fer ira au contraire en augmentant. — Les différences *minéralogiques* complexes qui viennent d'être signalées dans la protogine, lorsqu'on passe de la variété granitique à la variété schisteuse, correspondent du reste à des variations assez simples dans la composition chimique, car leur principal caractère est de donner lieu à une diminution dans sa teneur en silice et à une augmentation dans sa teneur en fer et en magnésie. Or, en ayant égard seulement à la teneur en silice, on voit qu'elle est la plus grande au sommet du Mont-Blanc, et qu'elle diminue

(1) N. Boubée, *Manuel élémentaire de géologie*.
(2) A. Favre, *Bibliothèque de Genève*. Avril 1848, p. 5.
(3) Br. de Villiers, *Annales des mines*, 1re série, t. IV, p. 286 et suiv.

successivement aux aiguilles du fond de la mer de Glace et à l'aiguille du Dru : l'examen des échantillons (1), (2) et (3). montre d'ailleurs que les caractères par lesquels la structure appelée granitique a été définie sont très développées dans (1), qu'ils le sont moins dans (2), et que (3) commence déjà à présenter les caractères de la structure schisteuse. — La différence entre la teneur en silice pour ces trois protogines est seulement de 3 pour 100; mais si l'on considère les variétés schisteuses bien caractérisées qui sont principalement formées d'orthose et de talc et dans lesquelles le quartz a presque disparu, leur teneur en silice sera inférieure à celle de l'orthose et par conséquent pourra présenter avec la protogine du sommet une différence qui sera environ de 10 pour 100. Il est donc établi par l'analyse que la *netteté dans la cristallisation ou dans les caractères minéralogiques de la protogine, augmente ou diminue avec la teneur en silice de la roche ; et quand on passe de la protogine du sommet du Mont-Blanc ayant la structure granitique bien développée, à la protogine à structure schisteuse formée principalement d'orthose et de talc qui se trouve aux limites de la formation, la teneur en silice peut diminuer graduellement de* 10 pour 100.

Dans une explication théorique de la formation des roches granitoïdes et quartzeuzes, M. Fournet (1) admet une hypothèse inverse de la précédente et d'après laquelle la silice aurait dû s'accumuler à la périphérie de la masse. Le savant professeur de Lyon paraît, il est vrai, la restreindre à la formation des filons; et j'observerai en effet à cette occasion que cette hypothèse ne saurait s'appliquer d'une manière générale à la formation des roches granitoïdes, car des analyses comparatives entreprises sur plusieurs séries de granites et de syénites des Vosges m'ont conduit à des résultats complétement semblables à ceux que je viens d'énoncer pour la protogine; ces analyses démontrent même d'une manière encore plus nette que les précédentes que, dans les roches granitoïdes qui ne sont pas au contact d'un terrain de grès, la richesse en silice va en diminuant du *centre* à la *périphérie*.

14. — Si on résume en quelque mots tout ce qui a été dit *antérieurement* sur la protogine, on voit que c'est une roche grani-

(1) Fournet, *Bulletin de la Société géologique de France*, t. III (1845), p. 22 (simplification de l'étude d'une certaine classe de filons), et *Annales de la Société d'agriculture de Lyon*. 1845 (*ibid.*).

ïde bien caractérisée dont les éléments principaux sont : le uartz, deux feldspaths dont l'un est de l'orthose et l'autre de l'oli-oclase, un mica à 2 axes très riche en fer, et une variété de talc; lle diffère des granites ordinaires à 2 feldspaths par la composi-on de son mica et surtout par la présence du talc; ce dernier inéral se rencontre aussi par accident et en petite quantité dans ertaines parties des granites, mais dans la protogine l'accident se erait étendu à peu près à toute la formation, et le talc se serait éveloppé en grande quantité. — Les variétés extrêmes de la rotogine présentent d'ailleurs entre elles, soit dans leur compo-ition minéralogique, soit dans leur composition chimique, des ifférences qui ont été signalées et définies et qui paraissent plus randes que celles qui sont habituelles aux granites; il semble urtout y avoir passage insensible de quelques variétés à des oches nettement stratifiées, et il est impossible de méconnaître que ce fait, observé depuis longtemps par la plupart des géo-ogues qui ont étudié les Alpes, paraît assigner à la roche une origine métamorphique.

Je me suis surtout attaché dans cette notice à mettre en relief les caractères minéralogiques de la protogine sans m'occuper l'une manière spéciale de ses relations de gisement ou de ses ca-actères géologiques; pour être complète, l'étude de ces derniers aractères demanderait, en effet, un séjour beaucoup plus pro-ongé que celui que j'ai pu faire dans les Alpes. En conséquence, ans entrer dans de plus grands détails sur les caractères géolo-iques, je crois ne pouvoir mieux faire que de renvoyer aux némoires classiques des géologues éminents qui ont étudié les lpes, ainsi qu'aux travaux de MM. Studer, Scipion Gras, . Favre, Gueymard et Sismonda.

M. Boubée regrette que les géologues emploient une foule e périphrases pour désigner la protogine schisteuse, qu'il a aptisée depuis longtemps du nom de gnégyne; il ne peut pas omprendre la présence d'une matière organique dans le quartz iolâtre de la protogine. Le talc est en si petite quantité dans roche que M. Delesse a analysée, qu'il considérerait cette pro-ogine comme un véritable granite, s'il ne croyait pas que le nica qui s'y rencontre est la même espèce minérale que le talc, l'autant plus que les substances analysées pour les deux es-èces précédentes n'en sont que des variétés, et qu'il existe pour lui des passages insensibles des micas aux talcs.

Relativement à l'analyse en grand de la protogine, il ne croit pas que l'on puisse indiquer les éléments chimiques d'une montagne ou d'une chaîne de montagnes, parce que la roche qui la constitue est variable dans ses éléments minéralogiques, et que ses éléments, disséminés irrégulièrement, ne permettent pas d'arriver à un résultat exact. Il termine en disant qu'il ne croit pas la protogine métamorphique; car, dans ce cas, la chaîne entière des Alpes serait métamorphique, ce qui lui semble inadmissible.

M. Rivière dit que, dans un travail géologique qu'il a fait récemment sur l'Abyssinie, il a étudié la question des protogines qui s'y trouvent sous tous les aspects, et sur une étendue d'environ 100 lieues. Il est arrivé aux conclusions suivantes :

Les protogines sont composées essentiellement d'albite et de mica ou de talc. L'albite y forme une pâte amorphe, et s'y trouve rarement cristallisée; c'est l'orthose qui s'y trouve en cristaux; le mica et le talc ne sont que des variétés d'une même espèce; il n'y a de différence marquée entre ces deux minéraux que si l'on prend pour points de comparaison les espèces types de talc, comme celles du Saint-Gothard ou des États-Unis.

Quant à la présence de matières organiques dans le quartz des protogines, il admet très bien que ce soit un carbure d'hydrogène qui donne au quartz violâtre sa coloration. Il sait que les analyses des roches sont très bonnes pour la physique du globe; mais il croit qu'il faut considérer seulement les quantités de silice et de base, et que l'on doit arriver de la sorte à un résultat plus certain, parce qu'à chaque époque le départ des matières a dû être différent. Il reproche à M. Delesse d'avoir, dans son analyse en grand, confondu la potasse et la soude; car s'il les eût séparées, comme il l'a fait pour le mica et le talc, dans la séparation spécifique des espèces minérales constituantes, il aurait certainement trouvé plus de soude que de potasse; il aurait alors vu que sa protogine était une roche véritablement albitique, et que cette formation du Mont-Blanc était sodique et non potassique, comme il semblerait résulter du Mémoire précédent. De plus, pour analyser une roche, il faut, dit-il, prendre la pâte et non les cristaux, car ceux-ci sont exceptionnels, et ne donnent pas la composition véritable

le la roche. Il dit aussi qu'il faut bien distinguer la schistosité le la stratification, que la schistosité d'une roche tient seulement à la présence des minéraux constituants : ainsi le granite, qui n'est pas schistoïde, passe à un gneiss très schisteux si le quartz disparaît complétement. Dans le gneiss, on peut voir parfaitement qu'il y a schistosité et non stratification, car l'on voit, dans quelques cas, les feuillets du gneiss se contourner autour de masses de quartz ou d'autres substances. Il termine en disant qu'il ne considère pas les protogines comme métamorphiques, que les protogines sont schisteuses et non stratifiées; que la présence de l'eau dans cette roche, que l'on invoque en faveur du métamorphisme, n'est pas plus concluante que celle trouvée dans les laves, et que personne n'a encore songé à faire de ces laves des roches métamorphiques.

M. Delesse répond à M. Boubée que plusieurs personnes ont donné des noms différents à la protogine schisteuse, et qu'en ne mentionnant pas le nom de M. Boubée il n'a pas eu l'intention d'éloigner systématiquement la dénomination de gnégyne qui lui semble même très bonne.

M. Delesse répond à M. Rivière qu'il est tout à fait impossible de confondre chimiquement le talc et le mica, que le mica contient toujours du fluor, et que le talc n'en contient pas, et qu'il est impossible, en voyant la quantité notable de fluor qui se trouve dans son analyse, de ne pas admettre dans la protogine deux espèces distinctes, le talc et le mica. M. Delesse ne connaît pas d'albite dans les protogines, ni même dans les granites, et le feldspath que l'on rapporte à cette espèce n'est pour lui que de l'oligoclase; il n'a jamais vu l'albite que dans des druses et non dans la pâte de roches granitoïdes; il n'admet pas que les protogines aient une pâte amorphe; il a vu beaucoup de protogines, et toutes ne lui ont présenté que des éléments cristallisés. Son analyse sur un kilogramme de protogine doit représenter assez bien la composition chimique du Mont-Blanc. Il croit que la composition moyenne des roches est toujours à peu près la même; il a pu constater ce fait par des analyses de granites, de porphyres et des mélaphyres, et il ajoute que les différences, pour des granites pris sur divers points de la chaîne des Vosges, n'ont guère dépassé 5 p. 100.

M. Delesse a constaté, du reste, par de nombreuses analyses de granites et de leptynites, que l'alcali dominant dans la masse de ces roches et des roches granitoïdes en général, est la potasse, et non pas la soude. Quant au métamorphisme, il ne l'a pas appliqué, comme on le lui fait dire, et il rappelle à ce sujet la partie de son Mémoire qui traite cette question.

M. Damour demande à M. Delesse comment il a fait pour analyser un kilogramme de protogine.

M. Delesse répond qu'il a pris un kilogramme au moins de chacune des variétés de protogine qu'il a analysées, qu'il l'a pulvérisé dans un mortier en fer, puis tamisé, qu'il a enlevé les parcelles de fer qui pouvaient provenir du mortier avec un aimant, et qu'il a ensuite opéré sur un gramme de la matière porphyrisée.

M. de Wegmann dit qu'il lui semble que, dans le dosage du fer trouvé dans les micas de ses protogines, M. Delesse ne s'est pas mis à l'abri de toute cause d'erreur en se bornant à l'emploi de l'aimant pour enlever à la matière réduite en poudre les particules de fer provenant de l'action du pilon dans le mortier. L'aimant enlève, il est vrai, les paillettes adventives qui en résultent, mais il ne débarrasse nullement la substance broyée du sesqui-oxyde de fer, qui la colore en jaune, et qui est la suite inévitable du frottement des cristaux contre les parois du mortier. Chacun sait que quand on broie dans un mortier de fer du quartz hyalin parfaitement limpide, après l'avoir préalablement *étonné* au feu pour le rendre friable, de laiteux et opaque qu'il est devenu alors, on le retire tout jauni par le fer, dont le frottement l'a enduit et coloré. L'emploi d'un acide fort (sulfurique ou azotique) parvient seul, et même difficilement, à l'en débarrasser.

M. Delesse répond qu'il s'est servi d'un aimant énergique en fer à cheval, que c'est la masse de la roche seule qui a été pilée dans un mortier de fer, et que les minéraux extraits qui ont été analysés ont été porphyrisés dans un mortier d'agate.

Séance du 29 janvier 1849.

PRÉSIDENCE DE M. D'ARCHIAC.

M. A. Rouault, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Lockhart, 1° *Rapport sur deux opérations de sondage faites par M. Mulot, en Sologne* (extr. des *Mém. de la Soc. roy. des sciences, belles-lettres, arts et agricult. d'Orléans*) ; in-8, 11 p. et 2 coupes géolog. Orléans, 1846 ; chez Pagnerre.

2° *Description des fossiles de l'Orléanais* (suite) (extr. du t. VII des *Mém. de la même Soc.*) ; in-8, 7 p. Orléans, 1848 ; chez Pagnerre.

De la part de M. Ch. Martins, 1° *Note sur l'ancienne existence des glaciers dans le Jura et les traces caractéristiques qu'ils ont laissées après eux* (extr. des *Ann. de la Soc. d'émulation des Vosges*, t. VI, 2e cah. 1847) ; in-8, 4 p.

2° *Annuaire météorologique de la France pour 1849, avec notices scientifiques et séries météorologiques*, par MM. Ch. Martins, Haeghens et Bérigny ; grand in-8, 663 p., 2 pl. Paris, 1848 ; chez Gaume.

3° *Mémoire sur les températures de la mer Glaciale, à la surface, à de grandes profondeurs, et dans le voisinage des glaciers du Spitzberg* ; in-8, 73 p., 1 pl. Paris, 1848 ; chez Firmin Didot.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences ; 1849, 1er semestre, t. XXVIII, nos 3 et 4.

L'Institut ; 1849, nos 785 et 786.

Bulletin de la Société de géographie ; 3e série, t. X, no 57, septembre 1848.

The Athenæum, 1849, nos 1108 et 1109.

M. le Président donne lecture de la lettre suivante :

Paris, le 25 janvier 1849.

Monsieur le Président,

J'ai l'honneur de vous informer que, par arrêté en date du 24 courant, j'ai décidé qu'il serait alloué *à la Société géologique de France* une somme de *mille francs*, à titre de subvention et d'encouragement, et pour servir aux frais de publication de *l'Histoire des progrès de la Géologie*, par M. d'Archiac.

J'ai reçu et fait placer au dépôt des livres de mon ministère la première partie du tome II de cet ouvrage, dont vous m'avez adressé dix exemplaires le 5 janvier courant. J'espère que l'allocation qui vous est accordée pour 1849 vous permettra de terminer cette année l'impression de ce second volume, et je désire que *la Société géologique de France* voie dans ma décision un témoignage de l'intérêt que je porte à ses travaux.

Agréez, monsieur le Président, l'assurance de ma considération très distinguée.

Pour le ministre de l'Instruction publique et des cultes :

Le chef de division,
F. GÉNIN.

M. de Verneuil présente, de la part du prince Emmanuel Galitzin, quelques roches de Russie, et attire l'attention de la Société sur des échantillons de grès à *Obolus* et du calcaire qui le recouvre.

des recettes et des dépenses effectuées pendant
ée 1848 pour la Société géologique de France,
nté par M. DAMOUR, trésorier.

RECETTE.

	Nos des articles.	NATURE DES RECETTES.	RECETTES prévues au budget.	RECETTES effectuées	Augmentation.	Diminution.
	1	Droits d'entrée et de diplôme. . . .	500 »	380 »	» »	120 »
	2	Cotisations de l'année courante. .	11,000 »	6,980 »	» »	4,020 »
	3	Cotisations des années précédentes.	1,500 »	990 »	» »	510 »
	4	Cotisations anticipées.	400 »	150 »	» »	250 »
	5	Cotisations une fois payées.	1,500 »	» »	» »	1,500 »
	6	Vente de Bulletins.	600 »	574 »	» »	26 »
	7	Vente de l'Histoire des progrès de la géologie.	500 »	612 »	112 »	» »
	8	Vente de Mémoires	1,200 »	282 »	» »	918 »
	9	Vente de cartes coloriées.	50 »	17 50	» »	32 50
	10	Arrérages de Rentes sur l'État. . . .	1,557 »	1,557 »	» »	» »
	11	Arrérages de Bons du Trésor.	80 »	96 30	16 30	» »
	12	Allocation de M. le ministre de l'Instruction publique	2,000 »	750 »	» »	1,250 »
	13	Recettes imprévues.	50 »	» »	» »	50 »
	14	Remboursement de frais de mandats.	25 »	6 »	» »	19 »
	15	Recette extraordinaire relative au Bulletin.	600 »	200 »	» »	400 »
		Totaux des recettes. . . .	21,562 »	12,394 80	128 30	9,095 50
	16	Reliquat en caisse au 31 décembre 1847.	4,012 25	4,012 25		
		Totaux de la recette et du reliquat en caisse.	25,574 25	16,607 05		

COMPARAISON.

a Recette présumée était de.	25,574 25
a Recette effectuée est de.	16,607 05
l y a diminution de Recette de	8,967 20

DÉPENSE.

DÉSIGNATION des chapitres de la dépense.	Nos des articles.	NATURE DES DÉPENSES.	DÉPENSES prévues au budget.	DÉPENSES effectuées.	Augmentation.
§ 1. Personnel.	1	Agent { son traitement.	1,800 »	1,800 »	» »
	2	Agent { travaux auxiliaires.	300 »	300 »	» »
	3	Garçon de bureau { ses gages. . . .	800 »	800 »	» »
	4	Garçon de bureau { gratification . .	100 »	100 »	» »
§ 2. Frais de logement.	5	Loyer, contributions et assurances..	1,270 »	1,295 10	25 10
	6	Chauffage et éclairage.	400 »	425 50	25 50
§ 3. Frais de bureau. .	7	Dépenses diverses	300 »	199 90	» »
	8	Ports de lettres.	300 »	164 85	» »
	9	Impressions, avis, lithographies et circulaires.	200 »	98 »	» »
§ 4. Encaissements. . .	10	Change et retour de mandats	250 »	147 35	» »
§ 5. Matériel.	11	Mobilier.	100 »	» »	» »
	12	Bibliothèque.	600 »	246 10	» »
	13	Collections.	50 »	13 75	» »
§ 6. Publications. . . .	14	Bulletin { impression, papier, planches.	6,800 »	4,972 05	» »
	15	Bulletin { port.	1,400 »	934 35	» »
	16	Histoire des progrès de la géologie.	4,500 »	1,814 75	» »
	17	Mémoires { achat d'exemplaires. . .	2,500 »	1,500 »	» »
	18	Mémoires { dépenses supplémentaires.	150 »	» »	» »
	19	Mémoires { menus frais et coloriage de cartes	50 »	1 80	» »
§ 7. Placement de capitaux	20	Achat de Rentes sur l'État (placement de cotisations à vie).	1,500 »	» »	» »
	21	Achat de Rentes 3 0/0 (conversion forcée d'un Bon du Trésor). . . .	» »	495 »	495 »
§ 8. Dépenses imprév..	22	Avances remboursables.	100 »	2 15	» »
			23,170 »	15,080 65	545 6[illegible]

COMPARAISON.

La Dépense présumée était de.....	23,170	»
La Dépense effectuée est de.....	15,080	65
Il y a diminution de Dépense de.....	8,089	35

RÉSULTAT GÉNÉRAL ET SITUATION AU 31 DÉCEMBRE 1848.

La Recette totale étant de.....	16,607	05
Et la Dépense totale étant de.....	15,080	65
Il reste en caisse audit jour..... ..	1,526	40

MOUVEMENT DES COTISATIONS UNE FOIS PAYÉES ET DES PLACEMENTS DE CAPITAUX.

		NOMBRE DES COTISATIONS.	VALEURS. fr.	c.
Recette	antérieurement à 1848...	80	24,000	»
	pendant l'année 1848....	»	»	»
	Totaux.....	80	24,000	»
Legs Roberton.....			12,600	»
Total des capitaux encaissés.....			36,600	»

PLACEMENTS EN RENTES.

		fr.	c.		
1.557 fr. de rentes 5 o/o acquises antérieurement à 1848...		36,591	80	37,086	80
27 fr. de rentes 5 o/o achetées pendant l'année 1848 (conversion d'un bon du Trésor).....		495	»		
1,584 fr. de rentes. — Excédant de la dépense sur la recette.....				486	80

MOUVEMENT DES ENTRÉES ET DES SORTIES DES MEMBRES.

Au 31 décembre 1847, les membres maintenus sur les stes officielles comme devant contribuer aux dépenses de 848 s'élevaient au nombre de.....	522
Les réceptions, du 1er janvier au 31 décembre 1848, ont montées à.....	23
Total....	545
A déduire pour cause de décès, démissions, radiations..	49
Le nombre des membres inscrits sur les registres au 1er janvier 1849, s'élève à.....	496

M. Viquesnel lit le rapport suivant :

Rapport sur la gestion du trésorier pendant l'année 1848.

Messieurs,

Vous avez chargé une commission, composée de MM. Graves, Hébert et moi, d'examiner les comptes de votre trésorier pendant l'année 1848. Le rapport que j'ai l'honneur de vous soumettre renferme le résultat de nos investigations.

RECETTE.

La recette présumée pour l'année 1848 s'élevait à 21,562 fr. ou, si l'on ajoute à cette somme le reliquat en caisse provenan des exercices précédents, elle montait à 25,574 fr. 25 c.

La recette effectuée n'a produit que 12,594 fr. 80 c., mai en y ajoutant le reliquat précité, on reconnaît que les ressource disponibles se sont élevées à la somme totale de 16,607 fr. 05 c

La différence en moins de la recette effectuée, comparée à l recette présumée, est donc de 42 p. 100. Si l'on fait entre en ligne de compte les espèces en caisse au 31 décembre 1847 elle n'est plus que de 35 p. 100.

Une réduction aussi considérable dans les prévisions d budget ne s'était jamais présentée dans nos annales financière Les recettes effectuées avaient toujours dépassé le chiffre de recettes présumées. Les événements politiques qui agiter l'Europe entière depuis près d'une année ont produit les ré sultats que nous vous signalons. En passant en revue les diffé rents paragraphes du budget, nous aurons l'occasion de vou exposer en détail les conséquences de cette crise générale.

§ Ier *et* § II. *Produits ordinaires et extraordinaires de réceptions.*

Les principales réductions dans les recettes portent sur le cinq articles dont se composent ces deux paragraphes, et forment plus des trois quarts de la somme totale. Elles sont, savoir :

Art. 1er. *Droits d'entrée et de diplôme.* . .	120 fr.
Art. 2. *Cotisations de l'année courante.* . .	4,020
Art. 3. *Cotisations des années précédentes.* .	510
Art. 4. *Cotisations anticipées.*	250
Art. 5. *Cotisations une fois payées.*	1,500
Ensemble.	6,400 fr.

Cette diminution importante résulte des causes suivantes :

Art. 1er. Le nombre des admissions n'a pas atteint la ıoyenne des années précédentes. La session extraordinaire ue la Société tient chaque année dans un des départements e la France nous amène ordinairement bon nombre de nouveaux confrères. Elle n'a pas pu avoir lieu en 1848 par les mofs indiqués à l'*article* 4.

Art. 2 *et* 3. La rentrée des cotisations s'est effectuée avec ›nteur et difficulté. L'impossibilité de négocier nos mandats ›mme à l'ordinaire, aux banquiers de la Société, nous a prités d'une partie des cotisations dues par nos confrères résidant n province, et de la presque totalité de celles que doivent les ›embres résidant à l'étranger. Plusieurs de nos confrères, qui nt l'obligeance de réunir la recette à faire dans la ville de leur ésidence, en ont adressé le montant à la Société. Notre trésoer a fait encaisser par les grandes messageries un certain ombre de mandats payables dans les villes qui se trouvent sur ur parcours. Grâce à tous ces efforts combinés, nous avons n disposer d'une somme suffisante pour faire face aux déenses. L'arriéré sans doute est considérable, mais nous avons ıut lieu d'espérer qu'il rentrera en presque totalité lorsque tranquillité sera rétablie.

Art. 4. Les versements par anticipation sont effectués ordiairement par les nouveaux membres admis à dater du mois 'octobre, et par ceux qui se font recevoir pendant la session xtraordinaire. Malheureusement les préoccupations politiques nt empêché les géologues de répondre à l'appel de notre prédent, qui s'est transporté à Forges-les-Bains, lieu du rendezous choisi par la Société. L'avortement de la session extraorinaire nous a privés de l'occasion de propager l'amour de la cience et de recruter de nouveaux confrères.

Art. 5. Les cotisations une fois payées s'élèvent en moyenne à cinq par année. Aucun versement de cette nature n'a été effectué en 1848. Hâtons-nous de dire que cette circonstance n'a porté aucun préjudice aux intérêts de la Société, puisque les fonds versés sont immédiatement employés en achat de rentes sur l'État.

§ III. *Publications.*

Sur les quatre articles de ce paragraphe un seul a dépassé les prévisions; les trois autres sont restés au-dessous. Les diminutions portent sur les articles suivants :

Art. 6. *Vente du Bulletin.*	26 fr.	» c.
Art. 8. *Vente des Mémoires.*	918	»
Art. 9. *Vente des cartes coloriées.*	32	50
Total des diminutions. . .	976 fr.	50 c.

A déduire l'augmentation :

Art. 7. *Vente de l'Histoire des progrès de la Géologie.*	112	»
Diminution sur le § III. . .	864 fr.	50 c.

Art. 6. Antérieurement à 1844 la vente du *Bulletin* produisait une somme de 300 à 400 fr., et dans les années exceptionnelles environ 500 fr. Depuis cette époque elle s'est élevée de 641 fr. 50 c., au moins, à 911 fr. au plus. Nous devons nous féliciter d'avoir atteint cette année un chiffre qui n'offre qu'une diminution insignifiante sur les prévisions. Plus des trois quarts du produit de la vente proviennent de 16 abonnements; le reste résulte des acquisitions faites par les membres nouvellement admis.

Art. 7. Le succès obtenu, dans les circonstances actuelles, par la publication de l'intéressant ouvrage de M. d'Archiac, réalise les espérances qu'elle a fait concevoir, et mérite de fixer votre attention. 318 exemplaires du premier volume ont été distribués gratuitement en 1847 et 1848, savoir : 34 exemplaires à des sociétés savantes; 284 exemplaires à nos confrères, qui sont venus en réclamer la remise.

96 exemplaires ont été achetés dans le même laps de temps, savoir : 9 par des membres nouvellement admis ; 87 par des personnes étrangères à la Société.

Vous avez décidé, messieurs, dans la séance du 4 décembre 1848, que la première partie du tome II serait vendue et non donnée, comme le premier volume. Sa publication est trop récente pour avoir influé d'une manière notable sur la recette ; elle n'a produit qu'une somme de 85 fr.

La vente du premier volume se décompose ainsi :

En 1848,	aux membres		40 fr.
	aux libraires		487
	Ensemble		527 fr.
En 1847,	aux membres	5 fr.	69
	aux libraires	64	

Total du produit de la vente du premier volume en 1847 et 1848. . . . . 596 fr.

Parmi les 496 membres maintenus sur les listes à la date du 31 décembre dernier, 284 seulement ont réclamé le premier volume, qui leur a été délivré gratuitement. Environ 180 ont droit à la même faveur. Le retard apporté dans leur demande est une démonstration significative de la difficulté des communications.

Art. 8. La publication de la première partie du tome III des *Mémoires*, qui devait avoir lieu dans le courant de 1848, a été retardée par des circonstances indépendantes de la Société. Ce retard involontaire nous a privés d'une recette qu'on peut évaluer à la moitié de la diminution observée sur cet article ; mais, d'un autre côté, il nous a dispensés de faire une dépense de 1,000 fr., qui avait été prévue par l'*article* 17 *de la dépense*.

Art. 9. La diminution sur la vente des cartes coloriées est une conséquence du ralentissement dans la vente des Mémoires.

En définitive, les réductions qu'ont éprouvées les quatre articles précédents sont beaucoup moins importantes qu'on n'avait droit de s'y attendre. Le chiffre des acquisitions faites en grande partie par des personnes étrangères à la Société dé-

montre que, malgré les préoccupations générales des esprits, vos publications continuent à jouir de l'estime qu'elles méritent.

§ IV. *Recettes diverses.*

Un seul article de ce paragraphe présente une augmentation; un autre n'offre ni augmentation ni diminution; les quatre derniers articles donnent les diminutions suivantes :

Art. 12. *Allocation de M. le ministre de l'instruction publique*	1,250 fr.	» c.
Art. 13. *Recettes imprévues*.	50	»
Art. 14. *Remboursement de frais de mandats*.	19	»
Art. 15. *Recettes extraordinaires relatives au Bulletin*.	400	»
Ensemble. . . .	1,719 fr.	» c.
A déduire l'augmentation :		
Art. 11. *Arrérages de bons du Trésor*. .	16	30
Total des diminutions du § IV. .	1,702 fr.	70 c.

Les *articles* 12 *et* 15 méritent seuls de fixer un moment notre attention.

Art. 12. M. le ministre de l'instruction publique avait promis d'allouer 2,000 fr. pour contribuer à la publication du tome II de l'*Histoire des progrès de la Géologie*. Son successeur n'a voulu donner qu'une allocation de 1,000 fr., dont 750 ont été encaissés en 1848, et 250 dans le courant de janvier 1849. Cette dernière somme figurera dans les comptes de l'année courante.

Art. 15. Plusieurs auteurs dont les Mémoires ne pourraient pas être insérés dans le *Bulletin* sans subir de notables réductions préfèrent payer tout ou partie des frais d'impression, et obtenir l'avantage de publier leurs travaux dans leur intégralité. Les travaux placés dans cette catégorie, et connus à l'époque de la discussion du budget, représentaient une dépense évaluée à 600 fr. Sur cette somme, 200 fr. seulement ont été encaissés; 150 fr. ont été payés directement à l'impri-

meur par un des auteurs; le surplus concerne des Mémoires dont la publication, involontairement retardée, aura lieu dans le courant de cette année.

Ainsi la diminution observée sur cet article n'est qu'apparente, et n'accuse aucun déficit. Elle est balancée par une économie du même chiffre dans les dépenses relatives à la publication du *Bulletin*.

En résumé, la diminution totale de la recette s'élevant à 8,967 fr. 20 c., porte principalement sur les cinq premiers articles, et sur les articles 8, 12 et 15.

DÉPENSE.

La dépense totale a été prévue au budget pour 23,170 fr.; la dépense effectuée n'est montée qu'à 15,080 fr. 65 c. Les économies réalisées sont de 8,089 fr. 35 c., soit 35 p. 100.

Le ralentissement des communications avec l'étranger a naturellement amené des économies sur plusieurs *articles*. D'ailleurs notre trésorier, prévoyant dès le mois de mars dernier une diminution notable dans les recettes, s'est attaché à réduire les dépenses qui n'étaient pas commandées par une indispensable nécessité, afin de consacrer toutes les ressources disponibles aux publications ordinaires.

§ Ier. *Personnel.*

Nous n'avons aucune observation à faire sur ce paragraphe, dont les prévisions ont été réalisées.

§ II. *Frais de logement.*

L'augmentation que présentent les deux articles de ce paragraphe est insignifiante. Celle de l'*article* 5 provient de la contribution extraordinaire des 45 centimes.

§ III. *Frais de bureau.*

La diminution obtenue sur les trois *articles* de ce paragraphe est de 367 fr. 25 c.

§ IV. *Encaissements.*

L'économie de 102 fr. 65 c. résulte de l'impossibilité de négocier les mandats sur l'étranger.

§ V. *Matériel.*

On n'a fait aucune acquisition de mobilier; les frais de reliure, qui avaient été votés dans l'intérêt de la conservation d'un certain nombre d'ouvrages, ont été ajournés à une année plus prospère. Ces suppressions ont amené sur les trois articles de ce paragraphe une réduction totale de 490 fr. 15 c.

§ VI. *Publications.*

Les principales économies portent sur les six articles de ce paragraphe, et forment les trois quarts de la somme totale des diminutions. Elles se composent des chiffres suivants :

Art. 14. *Impression du Bulletin.*	1,527 fr.	95 c.
Art. 15. *Port du Bulletin*	465	65
Art. 16. *Histoire des progrès de la Géologie.*	2,885	25
Art. 17. *Achat d'exemplaires de Mémoires.*	1,000	»
Art. 18 *et* 19. *Dépenses supplémentaires et menus frais relatifs aux Mémoires.* . .	198	20
Total des économies sur le § VI. .	6,077 fr.	05 c.

Les détails dans lesquels nous allons entrer prouveront que la diminution des recettes n'est pas la seule cause qui ait amené les économies observées dans les articles ci-dessus.

Art. 14. Nous avons dit (*art.* 15 *de la recette*) que des Mémoires destinés au *Bulletin*, et dont les frais d'impression doivent être remboursés par les auteurs, ne paraîtraient qu'en 1849. La dépense relative à ces Mémoires se trouve par conséquent ajournée. Ce retard dans la publication complète des travaux de la Société a entraîné le retard de la publication de la table des matières. Enfin les Mémoires présentés en 1848

ıt été moins abondants qu'à l'ordinaire; ils forment un ombre de feuilles d'impression inférieur aux prévisions.

Art. 15. Les économies obtenues sur le port du *Bulletin* ont une conséquence de la diminution que nous venons de signaler.

Art. 16. Les dépenses relatives à la publication du tome II e l'*Histoire des progrès de la Géologie* avaient été prévues au udget pour une somme représentant la totalité du volume. La éduction de moitié sur l'allocation ministérielle dont il est uestion à l'*article* 12 *de la recette*, d'une part, et de l'autre ı difficulté des rentrées, nous ont forcés de ne faire paraître que ı première partie de ce volume, et d'ajourner à l'année 1849 ı publication de la deuxième partie.

Art. 17. Nous avons déjà fait observer par avance, *à l'article* 8 *de la recette*, que l'économie obtenue sur le présent rticle était occasionnée par le retard involontaire dans la publiation de la première partie du tome III des *Mémoires*.

Art. 18 *et* 19. La publication du tome II des *Mémoires* n'a, usqu'à ce jour, entraîné aucune réclamation d'indemnité supplémentaire de la part de l'éditeur.

§ VII. *Placement de capitaux.*

Ce paragraphe, composé de deux articles, offre le résultat uivant :

Art. 20. *Achat de rentes sur l'État.*	
Économie obtenue.	1,500 fr.
Art. 21. *Achat de rentes* 3 *p.* 100.	
Augmentation.	495
Diminution sur le paragraphe VII. .	1,005 fr.

Art. 20. Cet article, destiné à balancer *l'article* 5 *de la recette*, nous donne lieu de rappeler qu'il n'y a pas eu cette année le versement de cotisations à vie, et par conséquent que nous n'avons pas pu faire de placement.

Art. 21. Cette dépense ne pouvait pas entrer dans les prévisions du budget. Elle représente la conversion forcée en rentes 3 p. 100 sur l'État du seul bon du Trésor qui n'ait pas

été acquitté à l'échéance. Cette circonstance nous a privés momentanément d'une ressource précieuse qui rentrera plus tard. En effet, la dépense de 495 fr. doit être considérée comme un placement anticipé de cotisations à vie.

§ VIII. *Dépenses imprévues.*

Art. 22. *Avances remboursables.* Cet article, dont la contre-partie se trouve dans *l'article* 13 *de la recette*, a produit une économie de 97 fr. 85 c.

En définitive, la diminution totale de la dépense porte sur la plupart des articles, et principalement sur les publications et sur l'achat de rentes sur l'État.

CONCLUSIONS.

Nous venons de vous signaler les fâcheuses influences que les événements politiques ont exercées sur les finances de la Société. Les conséquences en auraient été plus graves sans l'empressement de notre trésorier à saisir toutes les occasions d'activer la rentrée des capitaux, et à régler leur emploi d'une manière judicieuse. Nous reconnaissons aussi avec plaisir que le concours de notre agent a facilité l'exécution des précédentes mesures adoptées par notre confrère.

En résumé, la prospérité toujours croissante de la Société vient de subir un temps d'arrêt que tout annonce devoir être momentané. Le nombre des membres maintenus sur les listes à la date du 31 décembre dernier s'élève encore à 496, et ne présente qu'une diminution de 26 membres sur le chiffre de l'année précédente. Nous avons donc la certitude que la plus grande partie de l'arriéré rentrera plus ou moins prochainement (1).

---

(1) A la fin de décembre 1843, le nombre des membres de la Société s'élevait à 407. En supposant que parmi les 496 membres maintenus sur les listes à la date du 31 décembre dernier, tous les retardataires dont on est sans nouvelles depuis un an acquittent leurs cotisations arriérées, on voit que l'accroissement de la Société, dans l'espace de 5 années, serait de 89, soit *en moyenne* de 17,8 ou tout près de 18.

A la page 11 de la *statistique administrative de la Société* publiée

En outre, l'actif de la Société, à la date du 31 décembre dernier, se composait des éléments suivants :

1° Un reliquat en caisse de 1,526 fr. 40 c.;

2° 1,548 fr. de rentes sur l'État, qui ont coûté une somme de 37,086 fr. 80 c.;

3° De nombreux exemplaires de nos diverses publications, telles que *Bulletin*, *Mémoires*, *Histoire des progrès de la Géologie*, dont la vente produit chaque année des recettes importantes;

4° Un mobilier convenable;

5° Une bibliothèque spéciale, qui s'enrichit chaque jour d'ouvrages nouveaux et précieux;

6° Une collection très intéressante de roches, de minéraux et de fossiles donnés à l'appui des Mémoires qui ont été insérés dans nos diverses publications.

Ce rapide exposé des ressources que possède la Société suffit pour rassurer sur son avenir, et nous donne la certitude de traverser sans encombre une crise qui a été fatale à des sociétés moins vigoureusement constituées que la nôtre. Le Conseil, qui depuis l'origine de notre institution veille avec une prudente intelligence à nos intérêts administratifs, a toujours su régler la dépense sur la recette. Nous pouvons avoir l'assurance qu'il ne déviera pas de ses principes dans les circonstances actuelles.

L'examen auquel votre commission s'est livré lui a démontré que le trésorier sortant a maintenu avec une scrupuleuse exactitude l'ordre et la méthode introduits dans la comptabilité par ses prédécesseurs. En conséquence, elle vous propose d'approuver ses comptes, et de le déclarer quitte et déchargé de la responsabilité de sa gestion.

Elle vous propose de plus, messieurs, de voter à M. Damour, votre trésorier sortant, des remerciements à raison de son zèle

---

en 1844, j'ai démontré que l'augmentation moyenne de 1835 à 1843 inclusivement, était de 12,88 ou tout près de 13 membres par année. J'ajoutais que cette moyenne me paraissait représenter l'accroissement annuel que la Société est appelée à suivre jusqu'à l'époque encore éloignée où elle approchera de l'apogée de sa prospérité.

On voit que l'augmentation réelle a dépassé mes prévisions.

(*Note du rapporteur.*)

à défendre et à surveiller vos intérêts pendant tout le cours de sa gestion, et notamment pendant l'année qui vient de s'écouler.

Auguste VIQUESNEL.

Les conclusions du rapport sont adoptées par la Société.

Séance du 5 février 1849.

PRÉSIDENCE DE M. D'ARCHIAC.

M. Bayle, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

Don CASIANO DE PRADO, inspecteur des mines, à Rio-Tinto (Espagne), présenté par MM. Élie de Beaumont et de Verneuil.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Michelin, *Recueil de cartes géographiques et d'estampes pour l'histoire philosophique du monde primitif*; in-4, 21 pl.

De la part de M. Acosta, *Compendio*, etc. (Abrégé historique de la découverte et de la colonisation de la Nouvelle-Grenade, au XVIe siècle); in-8, 460 p., 4 pl., 1 carte. Paris, 1848; chez Lasserre.

De la part de M. Escher de la Linth, 1° *Bemerkungen*, etc. (Remarques sur la formation de la mollasse dans la Suisse occidentale) (extr. du n° 7 (mai 1847) des *Mém. de la Soc. des scienc. nat. de Zurich*); in-8, 16 p.

2° *Ueber die Thermalquellen*, etc. (Sur les sources thermales de Plafers) (extr. du n° 19 des *Mém. de la même Soc.*); in-8, 11 p.

Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences; 1849, 1er sem., t. XXVIII, n° 5.

L'Institut; 1849, n° 787.

Mémoires de la Société libre d'émulation du Doubs; 3e vol., t. Ier, 1847, 1re et 2e livrais.

The Athenæum; 1849, n° 1110.

The quarterly Journal of the geological Society of London; n° 16, novembre 1848.

Proceedings, etc. (Bulletins de l'Académie des sciences naturelles de Philadelphie); 1848, vol. IV, nos 3, 4 et 5.

M. de Verneuil donne lecture des deux notes suivantes, au nom de M. Davidson.

I. *Observations sur quelques brachiopodes siluriens.*

Depuis la publication de mon mémoire sur les brachiopodes siluriens (1), MM. Gray et Fletcher de Dudley m'ont envoyé une espèce nouvelle de *Leptæna* que je décris ici comme supplément au travail cité.

Fig. 1, 1a. *Leptæna Grayi* (Davidson).

Petite coquille, transversale, plus large que longue, symétrique, valve dorsale convexe, non coudée; valve ventrale légèrement concave, ornée de 9 à 11 grosses stries très saillantes entre lesquelles se trouvent une ou deux plus petites qui ne s'étendent pas généralement jusqu'aux crochets des valves. Les deux valves sont pourvues d'une aréa assez grande pour une aussi petite espèce, recouverte par un deltidium.

Les nombreux échantillons que j'ai pu étudier me font croire qu'à l'état adulte cette jolie petite espèce n'atteignait pas des dimensions plus grandes que les suivantes : longueur 4 millimètres, largeur 5, épaisseur 1/2.

Cette espèce se distingue au premier coup d'œil de tous les autres *Leptæna* du terrain silurien par la force de ses stries

(1) *Bull. soc. géol. de France*; vol. V, p. 309.

qui sont très espacées. Elle a été découverte dans les argiles du Wenlock, aux environs de Dudley, par MM. Fletcher et Gray.

Dans le supplément paléontologique qui fait suite au mémoire du professeur Phillips sur les Malvern Hills, etc. (1), M. Salter a cherché à démontrer qu'un grand nombre de coquilles, considérées généralement comme espèces distinctes, n'étaient que des variétés d'une même forme. Par exemple, il place les *Orthis rustica* (Sow.) et *O. Walsalii*, Nob., dans les variétés de l'*Orthis calligramma* de Dalman, ce qui lui fait dire page 375 de l'ouvrage cité, qu'il diffère avec moi sur la valeur spécifique de ces espèces.

Bien que je sois convaincu que dans beaucoup de circonstances on ait fait trop d'espèces basées sur des caractères de peu de valeur, je pense que c'est à tort que M. Salter a réuni les *Orthis* ci-dessus cités à l'*O. calligramma* dont le type a été si bien décrit par M. de Verneuil dans son voyage en Russie. Grâce à la complaisance de M. Salter, nous avons pu, M. de Verneuil et moi, examiner les pièces qui lui avaient servi à établir ses divers rapprochements. Malheureusement les fossiles sont principalement à l'état de moules ou d'empreintes; il est assez difficile d'en reconnaître les caractères, et nous n'avons pu nous convaincre que l'*Orthis calligramma* proprement dit existât en réalité dans le silurien supérieur d'Angleterre. L'étude minutieuse qu'ont faite M. Bouchard et d'autres paléontologistes de ces diverses espèces d'*Orthis* nous démontre que leur faciès général est aussi différent qu'il peut l'être. La grande et régulière convexité de la valve dorsale (2) de l'*Orthis calligramma* ne se retrouve point chez l'*O. rustica* dont la même valve est plus plate et même légèrement concave vers la portion frontale, pendant que la valve centrale est plus convexe dans cette dernière que dans l'*Orthis calligramma* qui a aussi une forme plus circulaire que la *rustica*. Le crochet voûté et courbe qui se voit constamment dans la valve dorsale de l'*O. calligramma* ne se pré-

---

(1) *Memoirs of the geological survey of great Britain;* vol. II., 1re partie.

(2) Je regrette que M. Salter ait cru nécessaire de changer la terminologie généralement adoptée dans toutes les descriptions (page 369 du *Palæontological appendix*). Ainsi la valve dorsale, celle par où le pédoncule d'attache sort, représente pour M. Salter la valve ventrale, et l'autre, que nous considérons comme la valve ventrale, est pour M. Salter la valve dorsale.

ente dans aucun échantillon de l'*O. rustica* ou *O. Walsalii*, ont l'aréa et le crochet sont droits et jamais recourbés comme n le voit dans l'*O. calligramma*. Le caractère tranché de l'*O. ustica* est d'avoir presque toutes ses côtes centrales simples, andis que toutes celles des côtés sont divisées et remarquablenent plus faibles que les premières. Rien de semblable ne peut e voir dans l'*O. calligramma*. A taille égale la *rustica* a plus lu double des plis de la *calligramma*, et enfin cette dernière est plus longue que large, tandis que la *rustica* est plus large que longue.

Je ne puis admettre non plus que le *Spirifer cyrtæna* (*S. plicatellus* selon M. Salter) ait pour variété le *Spirifer trapezoidalis*. La forme de ces deux espèces, celle de leur aréa et surtout celle de leur deltidium les sépare nettement, cette pièce étant ronde dans l'une, pendant que dans l'autre elle est lancéolée et présente à partir du crochet une dépression remarquable sur la plus grande partie de sa hauteur (1).

Quoiqu'il soit important et désirable de restreindre le nombre des espèces autant que possible, il me semble que lorsque deux formes offrent des caractères constamment différents, tels que ceux que je signale entre les *O. calligramma* et *rustica*, de même qu'entre les *S. cyrtæna* et *trapezoidalis*, on peut les considérer comme spécifiquement différentes. M. de Verneuil a démontré (2) par quels caractères l'*Orthis Davidsoni* diffère de l'*O. calligramma*; l'*O. Walsalii* approche plus de l'*O. rustica* qu'aucune autre espèce, et bien que pour moi elle soit parfaitement distincte, M. Salter aurait plus de raison de la faire entrer dans ses variétés de l'*Orthis rustica*, qu'il n'en aurait à considérer cette dernière comme variété de l'*O. calligramma* qui est spéciale jusqu'ici au système silurien inférieur, pendant que les *Orthis rustica*, *Davidsoni* et *Walsalii* paraissent plus particulières au système silurien supérieur d'Angleterre et de Gothland. Je regrette de ne pouvoir entrer ici dans quel-

(1) M. Salter pense que dans les brachiopodes le deltidium devient de plus en plus lancéolé à mesure que l'aréa se développe en hauteur; cette remarque peut être juste pour une même espèce, mais on ne peut l'étendre ce me semble comme loi générale, car une espèce peut avoir un deltidium bien plus étroit qu'une autre espèce dont les aréas auraient le même développement; c'est ce qui a lieu dans les *Leptæna euglypha et depressa*.

(2) *Bulletin, soc. géol.*, vol. V. p. 342.

ques détails sur d'autres rapprochements peut-être un peu hasardés faits par M. Salter sur l'*Orthis testudinaria* et autres, mais je m'empresse de reconnaître qu'on peut attendre d'excellents résultats des recherches que ce savant a entreprises sur les fossiles d'Angleterre.

Les paléontologistes semblent décidés à faire rentrer le genre *Strophomena* de Rafinesque dans la nomenclature, mais on est encore loin de savoir quelles coquilles possèdent les caractères de ce genre, puisque tantôt on y place les *Chonetes*, tantôt les différentes sections des *Leptæna* aussi bien que des *Orthis*, mais de toutes les diverses propositions, celle qui me semble mériter le plus d'attention, est celle présentée par M. Sharpe dans son mémoire sur les fossiles paléozoïques de l'Amérique (1). Cet auteur laisse les *Leptæna* presque intacts, construisant son genre *Strophomena* avec ces *Orthis* à ouverture deltidienne recouverte par un deltidium, tels que *Orthis pecten*, *umbraculum*, *crenistria*, *Orbignii*, *elegans*, etc.; suivant cette manière de voir, les *Orthis* proprement dits comprendraient les espèces qui n'ont point de deltidium, tels que les *Orthis elegantula Bouchardii*, *Lewisii*, *rustica*, *calligramma*, etc. M. Salter a fait aussi connaître son opinion sur l'étendue à donner au genre *Strophomena* (2), dans lequel il ferait entrer non-seulement le groupe des *Orthis pecten*, mais aussi le plus grand nombre des *Leptæna*, tels que les *Leptæna euglypha*, *funiculata*, *imbrex*, etc., mais je pense que cette classification présente de grandes difficultés, car il m'est impossible d'admettre la réunion du *Leptæna euglypha* et de l'*O. pecten* sous le même genre. M. King, dans un travail important sur les fossiles permiens d'Angleterre, qu'il doit publier prochainement dans les mémoires de la *Paleontographical society*, s'occupe aussi du classement du genre en question; mais je ne puis admettre les idées qu'il a déjà publiées sur ce sujet dans son dernier travail (3).

Quant au genre *Atrypa* il est tout aussi problématique que le genre *Strophonema* et permet également une grande divergence dans les opinions, car il est évident que Dalman n'a pas compris

---

(1) *Quarterly Journal of the geol. Soc. of London*, n° 15, août 1848. Dans ce travail qui est très intéressant, M. Sharpe donne aussi des détails sur la comparaison des espèces d'Angleterre avec celles de l'Amérique qui peuvent être consultées avec avantage.

(2) *Memoirs of the geol. Survey*, vol. II, p. 377.

(3) *Annals of natural history*, vol. 18, juillet et août 1846.

son genre puisqu'il y associe tant de formes qui ne possèdent point les caractères qu'il indique; ainsi on ne doit pas admettre comme *Atrypa* la *Terebratula reticularis*, *T. affinis* et *aspera*, quoiqu'elle soit sur la liste donnée par Dalman, cette coquille ne remplissant point sa caractéristique, quand il disait « *apice imperforatâ.* » Maintenant que les connaissances en science sont plus avancées, on ne devrait jamais proposer un genre sans en développer amplement les raisons et les caractères, ce qui empêcherait de tomber dans la confusion occasionnée par les *Strophomenes* et les *Atrypa*, etc.

Enfin tout dernièrement, M. Gray a proposé une nouvelle classification de Brachiopodes (1) basée sur des parties qu'on ne connaît que chez les formes récentes et qu'on est obligé d'imaginer pour toutes les formes fossiles qui en diffèrent du tout au tout.

Dans ce travail M. Gray propose une foule de nouveaux noms, mais qui n'avancent en rien l'état des connaissances sur ce point, car il me semble par les associations que ce savant admet qu'il n'a pu étudier suffisamment les genres et espèces fossiles.

II. *Note sur quelques espèces de Leptæna du lias et du marlstone de France et d'Angleterre.*

Par un hasard assez singulier, à la même époque M. Bouchard et moi-même signalâmes la présence de *Leptæna* dans des couches aussi élevées que celles du lias et du marlstone, fait ignoré avant la publication que nous en fîmes dans les *Annals of nat. history*, octobre 1847. Depuis cette époque ayant reçu une autre nouvelle espèce, je pense qu'il serait utile d'en offrir ici la description précédée de quelques mots sur les espèces déjà décrites.

---

(1) *Annals of nat. history*, vol. II, n° 12 p. 435, 1848.

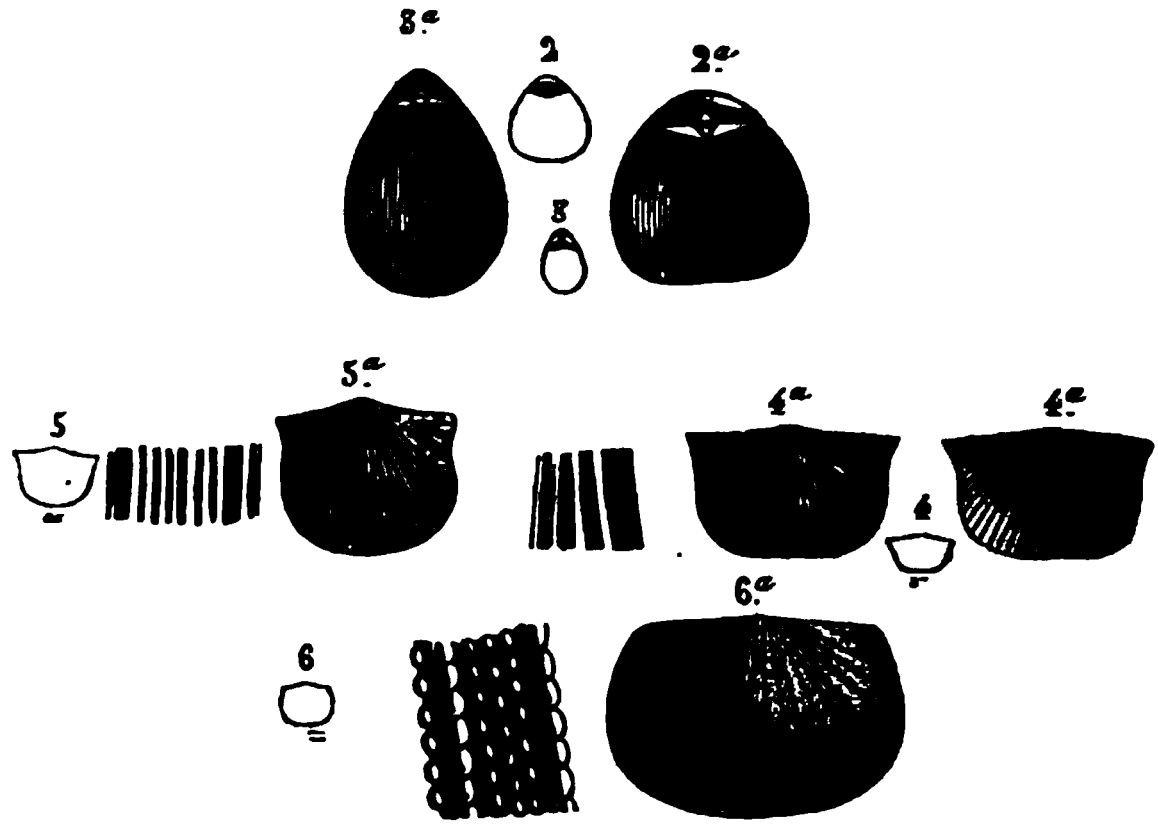


Fig. 2, 2a. *Leptæna liasiana* Bouchard, *Annals of nat. history*, octobre 1847, page 250, pl. XVIII, fig. 2.

La description et la découverte de cette espèce est entièrement la propriété de mon ami M. Bouchard, qui me l'a transmise par une lettre datée de Boulogne le 14 août 1847, et ce fut par erreur que M. de Verneuil me l'appropria. (*Bulletin Soc. géol.* tome 5, 2e série, p. 349.) Cette espèce est du lias du pic de Saint-Loup, près Montpellier, France.

Fig. 3, 3a. *Leptæna Bouchardii*, Davidson, *Annals of natural history*, oct. 1847, p. 251 pl. XVIII, fig. 3.

Fig. 4, 4a. *Leptæna Moorei*, Davidson, *Annals of nat. history*, oct. 1847, p. 251, pl. XVIII, fig. 1.

Fig. 5, 5a. *Leptæna Pearcei*, Davidson, *Annals of natural history*, oct. 1847, p. 252, pl. XVIII fig. 4.

Fig. 6, 6a. *Leptæna granulosa*, Davidson, *nov. spec.*

Petite coquille plus large que longue, symétrique, valve dorsale convexe, non coudée, valve ventrale légèrement concave, ornée de granulations donnant à la coquille une apparence de stries, mais avec la loupe on aperçoit 12 à 14 rangées de granulations assez fortes et très rapprochées, entre lesquelles se dessinent trois autres rangées de granulations moins fortes; l'aréa paraît étroite et a beaucoup de ressemblance avec celle du *Leptæna Moorei*.

Longueur 2, largeur 3 millimètres.

Cette espèce se distingue facilement du *Leptæna Pearcei* par la granulation remarquable qui orne ses valves. Elle a été trouvée avec les trois autres par M. Moore dans les argiles du marlstone

près d'Ilminster, et il est intéressant de voir que bien que ces couches argileuses ne semblent pas dépasser 19 à 20 pouces d'épaisseur, elles renferment une faune si remarquable par la variété de formes nouvelles qui leur semblent propres, et que M. Moore fera bientôt connaître. Avec les *Leptæna* on y trouve la *Terebratula pygmea* qui semble particulière à cette couche, et M. Bouchard me la signale comme se trouvant aussi en France avec son *Leptæna liasiana*. C'est aussi le point le plus élevé dans la série des terrains en Angleterre où on ait rencontré des Spirifères, ce genre étant représenté par une très petite espèce. Associées à ces Brachiopodes se trouvent beaucoup de nouvelles espèces (univalves et oscabrions). Toutes les espèces sont très petites et ne semblent jamais avoir atteint des dimensions plus considérables.

Peu de localités en Angleterre offrent plus d'intérêt que les environs d'Ilminster pour les couches du lias, des oolithes et de la craie. M. Moore a su les exploiter avec tant de succès, qu'il sera à même d'enrichir le catalogue des espèces anglaises de nombreux nouveaux *sauriens*, *poissons*, *insectes* et *mollusques*, les Brachiopodes seuls étant représentés par 40 espèces.

Malgré la petitesse de ces *Leptæna* du lias, la découverte est d'une grande valeur paléontologique, car elle démontre que ce genre qu'on avait cru éteint après la fin des dépôts paléozoïques a persisté sous des formes peu différentes jusque dans les couches du lias. Ceci doit nous rendre très circonspects avant d'affirmer positivement qu'un genre particulier ne peut dépasser les limites que leur assigne l'état actuel de nos connaissances.

A l'occasion de la communication de la lettre de M. Davidson, M. Coquand demande à M. de Verneuil si les caractères sur lesquels on a fondé la distribution des Brachiopodes en plusieurs genres sont assez solides pour motiver les séparations établies. Ainsi il fait observer que la création du genre Spirifer, basée sur la présence des bras spiraux et l'absence de deltidium, n'a point été justifiée par les découvertes faites ultérieurement; car on connaît des Térébratules (*T. prisca*, *Roissyi*, *concentrica*, etc.) possédant des bras spiraux et des *Spirifer* (*heteroclytus*, *rostratus*, etc.) dont l'ouverture triangulaire est fermée par un deltidium.

M. Coquand critique ensuite le genre *Leptæna*, qui a été démembré des *Orthis* par Dalman, à cause de la concavité de la

valve ventrale, tous les caractères déduits de l'area et du deltidium étant les mêmes dans les deux genres. On connaît, en effet, plusieurs espèces qui ont la valve ventrale plane et même concave, comme l'*Orthis semicircularis*, Eichw. Si le zoologiste se laissait entraîner par des motifs de classification de cette nature, il serait obligé d'introduire dans le grand genre naturel des Térébratules un genre *Leptæna*, qui comprendrait toutes les espèces à valve ventrale concave, la *Terebratula impressa*, par exemple. C'est en exagérant des caractères aussi peu rigoureux qu'on a été conduit à distraire du genre *Pecten*, sous le nom de *Janira*, toutes les espèces à valve supérieure concave, alors que l'anatomie ne dévoile aucune différence entre les animaux des *Janira* et des *Pecten* proprement dits. Voilà pourquoi aussi M. de Verneuil, dans son travail important sur la classification des brachiopodes de Russie, a dû assigner à peu près la même caractéristique aux *Leptæna* et aux *Orthis*.

Enfin M. Coquand, discutant la valeur du groupe *Productus* et *Chonetes*, fait observer que ces genres de brachiopodes, si nettement séparés des autres genres par la présence de tubes épineux nacrés, qui ornent leurs valves dorsales, ne diffèrent réellement entre eux qu'en ce que, dans les *Chonetes*, les tubes n'occupent que la ligne de l'area de la valve dorsale, tandis que, dans les *Productus*, ces mêmes tubes sont distribués sur toute la surface de la valve dorsale, en montrant une tendance très prononcée à se concentrer vers le bord de l'area, sans cependant l'atteindre.

Or, quand on connaît l'insignifiance zoologique de la distribution des tubes ou des épines sur la partie externe des coquilles, on comprend difficilement qu'on doive choisir dans ces appareils, essentiellement variables dans leur position, les bases caractéristiques d'un genre; car, jusqu'à présent, on n'a point séparé, avec raison, les *Murex* ou les *Cardium* avec épines de ceux qui en sont dépourvus, et dont la coquille est par conséquent lisse. On n'a pas retranché non plus des *Venus* la *Venus dyone*, dont la lunule est couronnée d'une double rangée d'épines disposées d'une manière uniforme dans tous les individus.

Ainsi, suivant M. Coquand, les genres *Chonetes* et *Leptæna*

doivent être rayés de la classification, et en réalité il existe beaucoup plus de dissemblance entre la *Terebratula decorata* et la *Terebratula numismalis*, par exemple, qu'entre les *Chonetes* et les *Productus*, d'un côté, et les *Leptæna* et les *Orthis* de l'autre.

M. de Verneuil répond à M. Coquand que, pour lui, la distribution des tubes sur la valve dorsale des *Productus* et des *Chonetes* est un caractère qui n'est pas sans valeur, et dont l'importance ressortirait davantage encore si on pouvait se rendre compte du rôle que devaient jouer ces tubes dans l'économie de l'animal; car, dans les *Chonetes*, ces tubes occupent exclusivement la ligne de l'area, tandis que, dans les *Productus*, ils occupent toute la surface de la valve, excepté le bord de l'area.

Quant aux *Orthis* et aux *Leptæna*, M. de Verneuil pense que ces deux genres sont assez bien déterminés par un ensemble de caractères, et principalement par celui que présente la forme de leurs valves, qui, par rapport l'une à l'autre, ont une courbure opposée dans le premier, tandis qu'elle est toujours concentrique dans le second.

M. Deshayes rappelle qu'il s'est toujours opposé à la formation des nombreux genres qui ont été introduits dans les brachiopodes. A ses yeux, le caractère fondamental consistant dans la manière dont ces animaux sont fixés au sein des mers, il n'existe que deux divisions et deux genres, dont l'un embrasse toutes les espèces qui sont attachées aux corps sous-marins par un muscle, et l'autre celles qui, dépourvues de ce muscle, avaient leur coquille libre; ou, en d'autres termes, un genre comprenant tous les individus à crochet perforé, et l'autre tous ceux dont le crochet n'est percé par aucune ouverture.

Quant aux différences peu essentielles qu'on a eu le tort d'ériger en caractéristiques de genres, M. Deshayes reconnaît qu'elles peuvent aider à la classification de cette nombreuse famille en fournissant des coupes analogues à celles qu'on a établies dans le grand genre Ammonite.

M. Tallavignes donne lecture, au nom de M. Saemann, de la note suivante :

Observations sur quelques coquilles de la famille des Rudistes, par M. Louis Saemann.

Lorsqu'on fait sauter par un coup de marteau la valve supérieure ou l'opercule d'une sphérulite (l'échantillon qui m'a servi de type, et que je présente à la Société, appartient à l'espèce nommée par M. Desmoulins *Spherulites cylindraceus*), on s'aperçoit de suite qu'on n'a pas réussi à le retirer tout entier, et on observe une cassure récente qui prouve qu'une partie de la valve supérieure est restée dans l'inférieure. C'est qu'en effet une dent très large et très longue, bifurquée dans sa partie inférieure, entre dans une espèce de fourreau ou de gaîne dans laquelle elle est étroitement et solidement enchâssée. C'est cette dent qui, dans les birostres, a laissé l'espace large qui sépare la partie dite appareil accessoire de la partie massive ou birostre proprement dit. Elle sépare également la coquille en deux compartiments, dont l'un est occupé par la cloison formant le sac qui loge l'animal, tandis que l'autre, toujours plus petite, et qui est la fossette ligamentaire de M. Deshayes, paraît être dépourvu de la substance nacrée, circonstance dont la substance corticale a profité en remplissant cette partie de la coquille d'un grand nombre de lamelles verticales, les mêmes qui, après leur disparition, ont effectué les nombreuses divisions de l'appareil accessoire du birostre.

Une de ces lamelles plus forte que les autres, et disposée de telle sorte que, la coquille étant fermée, il y a presque continuité de la lamelle dans les deux valves, produit dans l'appareil accessoire une division presque complète en deux parties par une fente verticale. Cette fente est cause qu'il est si rare de trouver cette partie du birostre bien conservée. — Il paraît que cette lame est, en quelque sorte, un point de départ pour le développement de la coquille, puisqu'elle correspond toujours à une suture verticale de la valve inférieure, qui se manifeste surtout dans les coupes horizontales des hippurites, à côté des deux arêtes arrondies en forme de pli ou d'un angle saillant vers l'intérieur de la valve. M. Rolland du Roquan, dans son beau Mémoire sur les Rudistes des Corbières, a figuré de ces coupes, dont la plupart présentent très bien ce caractère. On pourra s'en servir avantageusement pour fixer la position et la manière d'envisager la coquille. C'est pour cette raison que je propose de lui donner le nom de lamelle centrale, et de lui assigner, dans

les figures des coupes horizontales, la place en haut, et dans les coupes verticales le côté opposé à l'observateur. C'est au moins dans ce sens que je me servirai ici des désignations de gauche et de droite. Je dois dire que, dans mon exemplaire, cette lamelle centrale de l'opercule est détruite; il m'a été impossible de l'éviter, curieux que j'étais de voir le fond de la cavité qu'elle occupe. Le repli du bord supérieur indique pourtant exactement sa position et sa direction.

La grande dent, dont j'ai décrit la forme et la situation, montre dans notre exemplaire deux appendices calcaires. Ils sont fixés à droite et à gauche de la dent, saillant largement vers le bord antérieur, dans une direction à peu près parallèle à celle de la lamelle centrale. Ils sont de forme variable et non symétriques, le gauche (par rapport à l'observateur) étant toujours plus fortement développé que l'autre. Leur forme aplatie de droite et de gauche, et s'amincissant de haut en bas, est triangulaire ou trapézoïdale, pourvue à l'extérieur de stries longitudinales, qui produisent vers le bord inférieur une forte crénelure. Ce même côté extérieur, qui fait face à la paroi de la valve inférieure, y correspond exactement aux impressions musculaires striées dans le même sens, et décrites déjà depuis longtemps par les auteurs.

Les traces que ces appendices ou lobes ont laissées sur le birostre sont deux petites poches fermées en devant et ouvertes en arrière, qui montrent les stries longitudinales des corps sur lesquels elles sont moulées à l'intérieur, et celles des impressions musculaires de la valve inférieure à l'extérieur de la paroi qui leur donne la forme.

Je dois faire remarquer que ces lobes, de même que ces dents, ne sont jamais massifs, mais creux; les dents elles-mêmes ne sont jamais arrondies, mais toujours anguleuses, de telle sorte que leurs coupes horizontales forment des figures plus ou moins trapézoïdales. Les lobes ou appendices calcaires que je viens de décrire sont les impressions musculaires de M. Deshayes; je les appelle, pour plus de clarté, *attaches musculaires*.

Il me reste à dire un mot sur la manière dont s'est opéré le mouvement de la valve supérieure, si c'est, comme dans les acéphalés, par un mouvement de bascule autour d'un point de la circonférence de la coquille, ou bien par un mouvement vertical. La première supposition demanderait un ligament dans le sens ordinaire, la seconde l'exclurait (?).

Je ne crois nullement envahir le domaine du zoologiste en

abordant cette question, qui, au contraire, me paraît être purement et simplement une question de mécanique, s'il était possible de prouver que la construction même de la coquille met un obstacle à l'un de ces mouvements en favorisant l'autre. Or, c'est précisément ce que je crois avoir lieu. La dent et sa bifurcation sont si étroitement serrées, la première de droite et de gauche, et l'autre de devant et de derrière, qu'il me paraît absolument impossible qu'elles puissent faire un mouvement autre que dans le sens vertical, ce dernier, au contraire, ne trouvant nulle part aucun obstacle.

Les résultats que m'ont offerts les Hippurites ne sont pas moins intéressants. Les individus qui ont servi à nos études proviennent des Martigues, près Marseille, et appartiennent à l'*Hippurites cornu vaccinum* de Goldfuss. En enlevant avec précaution les marnes dures qui remplissent la cavité, pour y trouver les attaches musculaires, j'étais fortement étonné d'en trouver une seule au lieu de deux, que j'avais attendues. Sa disposition et sa forme étaient non moins curieuses. Elle était aplatie, non de côté, comme celles des Sphérulites, mais dans le sens vertical, affectant la forme d'un coussin qui était placé transversalement par rapport à la carène centrale. Sa grandeur étant considérable, la valve inférieure était sensiblement élargie vers le bord antérieur, de sorte que la paroi, qui est presque perpendiculaire à gauche et à droite, s'incline fortement vers ce bord. Après avoir retiré cette attache, je trouvai facilement en-dessous une large impression musculaire confirmant pleinement l'identité de cet organe avec ceux des Sphérulites.

En poursuivant ce travail je ne tardai pas à découvrir la seconde attache, mais dans un état d'avortement qui me l'aurait fait manquer si sa position particulière ne m'y avait conduit assez sûrement. Je dois rappeler ici que, quand la lamelle centrale a la position que nous lui avons assignée, les deux arêtes arrondies sont situées à sa droite. C'est dans le sillon formé par la carène centrale et la première arête qu'était enfoncée la seconde attache, tout aussi faible et petite que l'autre était grande et forte. Il m'était impossible de trouver quelque chose de semblable dans le sillon qui est formé par la première et la seconde arête; mais dans un échantillon d'une autre espèce, où je tentais le même travail, j'ai cru observer que la petite attache située un peu plus bas que la grande était bilobée, et que l'un de ses lobes, sans y entrer profondément, correspondait exactement à ce second sillon. Il est donc probable que la pre-

mière fois, ne connaissant pas encore la position des attaches, j'ai détruit cette partie sans m'en apercevoir, d'autant plus que l'analogie entre les deux sillons ne permet guère de leur assigner *à priori* des fonctions très différentes. Ce n'est, du reste, qu'une confirmation de l'idée de M. Deshayes, publiée en 1825 dans les *Ann. des sc. nat.*, série 1, t. V, p. 208. Ce n'est qu'en arrivant presque au fond de la cavité que je pouvais bien distinguer la partie cardinale, qui se compose d'une petite gaîne donnant entrée aux deux dents. Sa position était tout aussi inverse, comparée à celle des Sphérulites, que celle des attaches musculaires. Au lieu d'être dirigé transversalement sur la lamelle centrale, et de diviser la coquille en deux compartiments situés l'un derrière l'autre, il suit la direction de cette lamelle divisant la cavité en deux parties inégales, l'une, la petite, à gauche, et l'autre à droite. Et, plus encore, ces deux compartiments, loin de présenter la différence qu'ils montrent dans les Sphérulites, sont également occupés par la cloison, et l'animal devait évidemment remplir tous les deux. Il s'ensuit qu'aucune partie de la coquille ne donnant lieu à la formation des lamelles qui remplissent la partie postérieure des Sphérulites, cette Hippurite, quel que soit son état de conservation, ne peut jamais présenter un appareil accessoire.

En comparant les dents de cette Hippurite à celles que nous avons observées dans les Sphérulites, on s'aperçoit qu'elles paraissent être hors de proportion par rapport à la grandeur de la coquille, et on est porté à croire que les fortes arêtes et la manière dont elles renferment la petite attache sont destinées à donner plus de sûreté, et une direction constante quand l'animal ouvre sa coquille.

Je ne saurais guère où chercher la place du ligament dans les Hippurites, je ne trouve aucune trace de son insertion.

Les caractères communs aux Hippurites et aux Sphérulites, autant qu'ils paraissent résulter des descriptions précédentes de quelques espèces, sont les suivantes :

Coquilles bivalves, inéquivalves, non symétriques, adhérentes; la valve inférieure présentant à son intérieur une lame ou carène saillante longitudinale; cloisonnée, les cloisons traversées par une gaîne ou fourreau servant d'insertion aux dents; valve supérieure operculiforme, portant à l'intérieur deux attaches musculaires et deux dents non marginales qui descendent profondément dans la grande valve.

Sphérulites. Impressions et attaches musculaires subsymé-

triques, latérales; gaîne ou fourreau transversal par rapport à la lamelle centrale, divisant l'intérieur en deux compartiments situés l'un derrière l'autre, dont l'intérieur est occupé par l'animal; le compartiment postérieur est rempli de lamelles verticales. (Birostre pourvu d'un appareil accessoire.)

Hippurites. Impressions et attaches musculaires très inégales, antéro-postérieures; l'attache antérieure très grande, l'attache postérieure bilobée (?), enfoncée entre deux arêtes arrondies et entre la carène centrale; gaîne submédiane, presque parallèle à la carène centrale, divisant l'intérieur en deux compartiments situés l'un à côté de l'autre, et occupés simultanément par l'animal. (Birostre sans appareil accessoire.)

« Deux choses sont à distinguer dans la communication que je viens d'avoir l'honneur de faire à la Société au nom de M. Saemann, ajoute M. Tallavignes, la préparation de pièces d'une admirable conservation, et, en second lieu, l'interprétation que l'auteur leur a donnée. Toute la partie théorique et explicative de ce travail ne peut être convenablement appréciée qu'en comparant perpétuellement les interprétations de l'auteur aux pièces elles-mêmes ou à une bonne planche. C'est ce qui ne pourra avoir lieu pour ceux du moins de nos collègues qui n'assistent point à la séance, que lorsque ce travail aura paru avec le dessin qui l'accompagne dans le recueil de nos Mémoires auquel il est destiné; mais d'hors et déjà il serait utile qu'un extrait étendu en fût publié dans le *Bulletin*. En voici la raison. Les pièces qui ont servi de base à la rédaction du Mémoire de M. Saemann, et que la Société a sous les yeux, se composent de spérulites et d'hippurites laissant apercevoir leur organisation intérieure. Il n'est pas extrêmement rare de rencontrer des échantillons de spérulites dans un état de conservation presque aussi parfait: les collections de quelques uns de nos collègues, et notamment de MM. Deshayes et d'Archiac, contiennent depuis longtemps de magnifiques exemplaires qui ne permettent pas de douter de l'exactitude de cette assertion. L'originalité du travail de M. Saemann consiste, surtout ici, dans l'explication qu'il donne des matériaux qui lui ont servi, bien qu'à beaucoup d'égards son interprétation ne diffère guère des opinions consignées, il y a plus de vingt ans, dans le Mémoire bien connu d'un de nos plus éminents collègues, M. Deshayes. Il n'en est pas de même à l'égard des hippurites; ici les pièces et l'interprétation sont également intéressantes et nouvelles. On ne connaît guère jusqu'à

présent, autant que je puis le savoir du moins, d'échantillons d'hippurite, dont l'organisation intérieure fut aussi bien conservée que dans l'exemplaire placé sous ses yeux. Cependant, la dernière livraison de la *Paléontologie française* de M. d'Orbigny (terrains crétacés), contient une planche in-4° représentant l'organisation intérieure d'un hippurite qui donnerait à penser que M. d'Orbigny aurait entre les mains des exemplaires d'hippurite au moins aussi bien conservés. Le texte, joint à la planche dont il s'agit, n'a pas encore paru. Je dois faire remarquer à ce sujet, à la Société, que d'après la manière seule dont sont disposées les lettres indicatives qui accompagnent le dessin, fort beau d'ailleurs, de M. d'Orbigny, il ne saurait y avoir de doute que le savant auteur de la *Paléontologie française* n'interprète l'organisation intérieure des hippurites, et notamment l'échantillon qu'il a fait dessiner, qui paraît être identique aux exemplaires qui ont servi aux études de M. Saemann, et appartenir à la même espèce (*H. cornu vaccinum*), d'une manière tout à fait différente de celle de M. Saemann. Je crois néanmoins, dans l'intérêt de ce dernier, faire toutes réserves sous le rapport de la priorité. La Société comprend dès lors combien il importerait à M. Saemann qu'un extrait, même succinct, de ses opinions à cet égard, pût paraître dans le prochain numéro de notre *Bulletin*. »

M. Deshayes, par suite de la lecture de cette note, fait observer :

Le Mémoire sur les Rudistes, que M. Tallavignes vient de communiquer à la Société au nom de notre collègue, M. Saemann, contient des faits dignes d'une grande attention, car il jette de nouvelles lumières sur une classe de fossiles généralement peu connus, et à l'égard desquels il règne beaucoup d'incertitude dans la plupart des esprits.

Les observations de M. Saemann ont rapport à deux genres, les Sphérulites et les Hippurites. Quant aux Sphérulites, l'auteur du Mémoire confirme pleinement ce que nous en avions dit dans les travaux que nous avons successivement publiés depuis 1825; il montre une Sphérulite dont la valve supérieure a été enlevée, et qui a laissé dans leur place naturelle toutes les parties qui dépendent de la charnière. On trouve dans cette coquille tout ce que nous avons reproduit à l'aide du moulage

d'un Birostre bien conservé, c'est-à-dire deux impressions musculaires, saillantes dans la valve supérieure, correspondant exactement à deux impressions superficielles de la valve inférieure; la charnière est composée de deux dents fort longues, séparées par un sillon étroit et profond; ces dents sont reçues dans des cavités étroites et profondes de la valve inférieure. Derrière cette charnière, et prenant la place de l'appareil accessoire de M. Desmoulins, se montre la cavité, propre à recevoir un ligament interne très puissant. Ce ligament était divisé en deux parties inégales par une crête calcaire. Toutes ces parties, que nous trouvons dans la description, dans les figures et dans les pièces déposées par M. Sacmann, ne diffèrent en rien de ce que nous avons exposé plusieurs fois devant la Société; nous pouvons donc le répéter, les observations de notre collègue viennent confirmer les nôtres de la manière la plus éclatante.

Il est un point sur lequel l'auteur semble peu d'accord avec nous; il semble repousser l'action d'un ligament, trouvant trop serrées l'une dans l'autre et trop fortement engagées les diverses parties de la charnière pour permettre l'entrebâillement des valves. A ce sujet, nous ferons observer qu'il n'est pas possible de supposer un animal acéphalé dymiaire, dépourvu d'un ligament, dépouillé du seul organe capable d'entrer en antagonisme avec les muscles qui servent à rapprocher les valves; car, si le ligament n'existait pas, les muscles une fois contractés et les valves se trouvant rapprochées, elles ne pourraient plus s'ouvrir, et l'animal pourrirait. L'expérience est facile : si on laisse périr des huîtres lorsque les fibres musculaires se distendent, l'action du ligament suffit pour faire écarter les valves, tandis que si l'on vient à couper le ligament, sans blesser l'animal, il périra aussi, mais ses valves ne pourront plus s'entrebailler; les fibres musculaires perdront toute leur action, et les valves resteront rapprochées. Il faut donc, de toute nécessité, admettre la présence d'un ligament dans la coquille d'un animal mollusque appartenant à la classe des Acéphalés à deux muscles.

Si les observations de M. Sacmann ont ajouté à ce que nous savions sur la structure des Sphérulites, il n'en est pas de même de celles qui sont relatives aux Hippurites. Ici tout est nouveau, car jusqu'alors nous n'avions pas vu en nature l'intérieur de l'un de ces fossiles. Dès 1825 nous avions dit qu'il était à présumer que l'intervalle des crêtes saillantes qui descend dans toute la longueur des Hippurites est destiné à une impression musculaire. Depuis cette époque, ayant voulu étudier plus pro

fondément le genre, nous avons fait des sections transverses à diverses hauteurs de l'*Hippurites cornucopiæ*, et à l'aide de ces sections nous avons trouvé la preuve évidente de l'existence d'une charnière, comparable à celle des Sphérulites. Nous avons fait figurer cette section depuis plusieurs années dans les planches de notre *Traité élémentaire de conchyliologie*. Au moyen de cet artifice, nous avons acquis la preuve que, chez les Hippurites, la charnière est composée de deux grandes dents cardinales, s'enfonçant dans des gaînes profondes creusées dans la valve inférieure. Mais nous ne savions où se trouvait la seconde impression musculaire, et même s'il y en avait une; nous ne savions pas non plus s'il existait, ainsi que dans les Sphérulites, des impressions musculaires saillantes dans la valve supérieure. Ce qui restait de caché pour nous dans la structure intérieure des Hippurites, M. Saemann l'a fait connaître d'une manière complète. Seulement, par une espèce de contraction dont il est encore difficile de se rendre compte en présence d'un fait unique, la charnière des Hippurites semble déplacée et projetée plus à l'intérieur des valves, comme si l'animal avait subi une sorte de torsion de droite à gauche. M. Saemann a trouvé une impression musculaire entre les deux arêtes, et une seconde très large du côté opposé. Dans la valve supérieure, deux apophyses saillantes, correspondantes aux impressions musculaires de la valve inférieure; en arrière de la charnière se trouve creusée une grande cavité, qui, selon nous, était destinée à recevoir un puissant ligament. Ainsi les Hippurites se trouvent ramenées désormais à tous les caractères qui distinguent la famille des Rudistes. Ces coquilles étant restées problématiques pendant longtemps peuvent être actuellement classées de la manière la plus certaine.

La Société doit se rappeler que nous avons constamment combattu les diverses opinions qui se sont successivement produites à l'occasion de la famille des Rudistes de Lamarck. Tous les zoologistes se sont ralliés, dans les dernières années, à deux opinions principales, celles de M. Goldfuss et la nôtre. M. Goldfuss accepte, en la modifiant, la classification de Lamarck; il fait de la famille des Rudistes un groupe particulier dans l'ordre des mollusques brachiopodes. Ce savant, n'ayant pas compris l'usage des diverses parties que l'on trouve plus ou moins altérées dans les Sphérulites, avait cru retrouver dans les deux impressions musculaires, et dans les cavités de la charnière de la valve inférieure, quelque chose d'analogue aux quatre impressions mus-

culaires qui se voient dans les valves des Brachiopodes. Mais l'erreur de M. Goldfuss devient évidente par les pièces mêmes que M. Saemann a exposées devant la Société. On y voit clairement les rapports des dents cardinales avec les cavités de la valve inférieure. Dès lors on ne peut attribuer à ces cavités l'usage que leur supposait M. Goldfuss; dès que les parties de la charnière sont exactement déterminées, il reste ce fait, définitivement acquis à la science, que les Rudistes sont des coquilles à deux muscles, et aussitôt que cela devient incontestable, il n'en faut pas davantage pour déterminer la place que la famille doit occuper dans la série générale. Nous trouvons dans la nature actuelle deux sortes d'animaux mollusques dymiaires irréguliers; les uns appartiennent au genre *Chama*, et constituent la famille des Chamacées de Lamarck; les autres appartiennent au genre Éthérie. Chez les premiers le manteau est percé de trois ouvertures : l'une assez grande pour le passage du pied, les deux autres sont les derniers vestiges des siphons des Buccardes et des autres mollusques siphonés. Dans les Éthéries, au contraire, le manteau est largement ouvert dans toute sa circonférence, et nous pensons qu'il en était de même chez les Rudistes; par conséquent cette famille doit venir se placer, comme nous l'avons proposé dès 1830, dans l'*Encyclopédie*, à la limite des mollusques dymiaires, à la suite de la famille des Ethéries. Les faits nouveaux si heureusement introduits dans la science par M. Saemann viennent donc affermir ma classification, proposée depuis une vingtaine d'années. Dans le débat soulevé au sujet de la classification définitive des Rudistes, il n'est pas absolument nécessaire de savoir quelles étaient la forme et l'action du ligament; que ce ligament ait fait basculer les valves l'une sur l'autre, ou les ait également soulevées dans toute leur circonférence, il n'en reste pas moins vrai que les Rudistes sont des mollusques qui appartiennent à la classe des mollusques acéphalés à deux muscles. Et, nous le répétons, cela seul domine toute la question; nous y voyons la cessation de toutes les incertitudes, et désormais personne ne pourra plus dire : Les Rudistes sont des Ostracés ou des Brachiopodes.

M. Leblanc met sous les yeux de la Société une sphère représentant le globe terrestre, sur laquelle il a tracé avec des cordes de diverses couleurs les cercles indiqués par M. Pissis dans son Mémoire inséré (*Bulletin*, t. V, p. 453).

M. Le Blanc fait observer que les longs calculs qu'a employés Pissis pour la détermination de ses cercles étaient complé- ıent inutiles, car on peut parfaitement obtenir ces cercles tendant sur la sphère des ficelles qui passeraient par les nts dont la latitude a servi de base aux calculs de M. Pissis.

Séance du 19 février 1849.

PRÉSIDENCE DE M. D'ARCHIAC.

M. Bayle, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la ırnière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences; 49, 1er semestre, t. XXVIII, nos 6 et 7.

L'Institut; 1849, nos 788 et 789.

Mémoires de la Société royale des sciences, lettres et arts Nancy; 1846.

The Athenæum; 1849, nos 1111 et 1112.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou; née 1847, nos 3 et 4; année 1848, nos 1 et 2.

M. Coquand donne lecture de la note suivante :

ıalyse d'un travail intitulé : Description des terrains primaires et ignés du département du Var.

« Les formations d'origine ignée qui ont été reconnues dans département sont au nombre de sept; elles comprennent la rie presque complète des terrains nommés plutoniques. D'après ır ordre d'ancienneté relative, elles se classent de la manière ivante :

1° La formation granitique,

2° La formation des serpentines,

3° La formation des porphyres rouges quartzifères,

4° La formation des mélaphyres (amygdaloïdes, spilites trapps),

5° La formation des porphyres bleus quartzifères,

6° La formation trachytique,

7° Enfin la formation basaltique.

Toutes ces formations se trouvent concentrées dans un rayon de trente lieues sur une largeur moyenne de cinq lieues. Ce rayon s'étend depuis les îles des Embiez près de Toulon, jusqu'à Cannes. — La région qui a été le théâtre d'un si grand nombre d'actions ignées est divisée en deux portions inégales par la large vallée de l'Argens. La première, connue sous le nom de Montagne des Maures, est limitée au S. par la Méditerranée, à l'E. par la rivière d'Argens, et du N. à l'O. par une ligne brisée qui relierait Vidauban, Pierrefeu, Hyères, Toulon et Six-Fours. Le point culminant, haut de 780 mètres, est la montagne de la Sauvette située entre Pignans et Collobrières. — La deuxième portion, qui forme la chaîne de l'Estérel, doit aux grands escarpements porphyriques qui la traversent de l'E. à l'O. ses crêtes dentelées qui contrastent avec les formes arrondies des Maures. — Les terrains sédimentaires traversés par les roches d'origine plutonique sont les schistes cristallins, les terrains houillers et l'étage du grès bigarré.

§ 1. *Granite et Schistes cristallins.*

Le granite ne constitue pas dans le Var un terrain franchement indépendant; il se présente bien sur une foule de points sous forme de filons intercalés dans le gneiss ou dans les mica-schistes, mais on le voit rarement en grandes masses, de sorte qu'on peut le considérer comme subordonné aux schistes cristallins. Il est vrai que les environs du Plan de la Tour paraissent établir une exception aux lois générales de distribution du granite dans le Var; mais si on fait attention à la composition identique du granite porphyroïde de Roquebrune que l'on voit passer par nuances insensibles à un gneiss des mieux caractérisés, on se demande s'il existe véritablement une séparation naturelle entre les deux roches, et s'il ne convient pas de considérer la plus grande portion des granites comme un état particulier du gneiss, tout en reconnaissant aux filons granitiques qui coupent les strates des schistes cristallins une origine éruptive à laquelle on peut raisonnablement attribuer les phénomènes métamorphiques qui ont transformé des dépôts argileux et des

ès anciens en roches demi-cristallines. — On rencontre souvent, principalement dans la chaîne des Maures, des filons de granite à éléments volumineux mélangés de substances graphiteuses noires, ainsi que des filons d'hyalomicte grenatifère et tourmalinifère. — Le gneiss, beaucoup plus répandu que le granite, établit le passage entre cette dernière roche et les micaschistes; il est quelquefois amphibolifère, souvent porphyroïde. Dans les environs de la Verne il renferme du disthène et aux Canadaux une si grande quantité de graphite, que des spéculateurs, croyant y voir des indices d'une mine de houille, y ont tenté des essais sérieux. — Au gneiss succèdent les micaschistes qui avec les phyllades composent à peu près à elle seule la chaîne des Maures. On y trouve le staurotide, le grenat, la tourmaline, le titane rutile, le disthène, l'andalousite et le quartz cristallisé. — Les principales roches subordonnées aux micaschistes sont les schistes amphiboleux, le cypolin, le sidérochriste, et les grenats en masse. — Les couches calcaires ont été signalées la première fois par Saussure dans la presqu'île de Giens; nous les avons retrouvées depuis dans la commune de Collobrières. — Nous avons découvert le sidérochriste en couches puissantes dans le N.-E. de Collobrières, au-dessous de la montagne de la Sauvette; c'est, comme on le sait, un micaschiste dont le mica est remplacé par du fer oligiste. Jusqu'ici on ne l'avait jamais cité en Europe. — Les grenats en roche abondent principalement à l'E. de Collobrières, dans le quartier de Vauberniier, en masses qui atteignent quelquefois la puissance de dix mètres. — Les phyllades satinées constituent l'étoffe extérieure de la formation des schistes cristallins et se lient aux micaschistes par une série de gradations insensibles, mais à la Bieye, entre Collobrières et Hyères, les schistes argileux passent à un schiste coticulaire terne dépourvu de mica, et renferme des grains de quartz roulés dont la présence tendrait à prouver que la cristallinité du système est un fait postérieur à son dépôt. — M. de Beaumont a constaté, et nos observations le confirment, que les directions des couches observées dans le Var se décomposent en deux groupes dont l'un se presse autour de la ligne N.-E.-S.-O., et l'autre autour de la ligne N.-S. Ces directions correspondent à deux systèmes principaux de soulèvement, le système du Westmoreland, et celui du nord de l'Angleterre. — Les schistes cristallins sont la patrie par excellence des filons quartzeux et des filons métallifères.

§ 2. *Formation serpentineuse.*

Elle ne constitue que trois ou quatre dépôts de peu d'étendue et qui sont logés au milieu des schistes cristallins. Le dépôt le plus remarquable s'observe dans la baie de Cavalaire, entre Bormes et Saint-Tropez, dans le quartier des Quarrades, le second se montre près du château de la Molle, le troisième au-dessus des Campeaux, le quatrième enfin près de la Garde Freynet. Les serpentines du Var sont totalement privées de diallage, mais en revanche elles sont très asbestifères. Elles ont été exploitées comme pierres d'appareil, d'ornement et de bâtisse. — Le gisement des Quarrades avait fait sensation dans le monde savant par la découverte qu'on y avait faite du fer chromaté. Cette substance se trouve logée en rognons plus ou moins volumineux dans de petits filons de talc entrelacés à la manière des minerais de cuivre des filons serpentineux de la Toscane. Il serait téméraire de rien hasarder de précis sur l'âge de ces serpentines que M. de Beaumont assimile cependant à celles des Vosges et du Limousin, ce qui tendrait à les faire considérer comme plus anciennes que les terrains jurassiques. Cette dernière proposition me paraît incontestable ; car, aux Quarrades, la serpentine est traversée par un dyke de mélaphyre verdâtre dont l'apparition le classe dans la période triasique.

§ 3. *Formation des porphyres rouges quartzifères.*

Le porphyre rouge constitue presque à lui seul le massif entier de l'Estérel, et prête à cette chaîne une physionomie particulière qui la distingue de tout ce qui l'environne. Aux formes arrondies des montagnes des Maures, aux longues chaînes secondaires étagées en terrasses succèdent des pics décharnés, des dentelures irrégulières se découpant d'une manière hardie à l'horizon. La masse porphyrique se trouve divisée en deux bandes inégales par la vallée du Reyran. La plus occidentale est limitée par la rivière d'Endelos, et court d'après une ligne N.-O. S.-E., entre Pennafort et Bagnols sur un versant, et sur l'autre entre le Rouit et Puget-les-Fréjus. Elle se détache franchement des grès bigarrés qui enveloppent sa base. Elle se termine, dans le quartier de la Gardiole, par un promontoire qui domine les schistes cristallins de la vallée du Reyran. La seconde bande, qui n'est que la continuation de la première, se dresse sur la

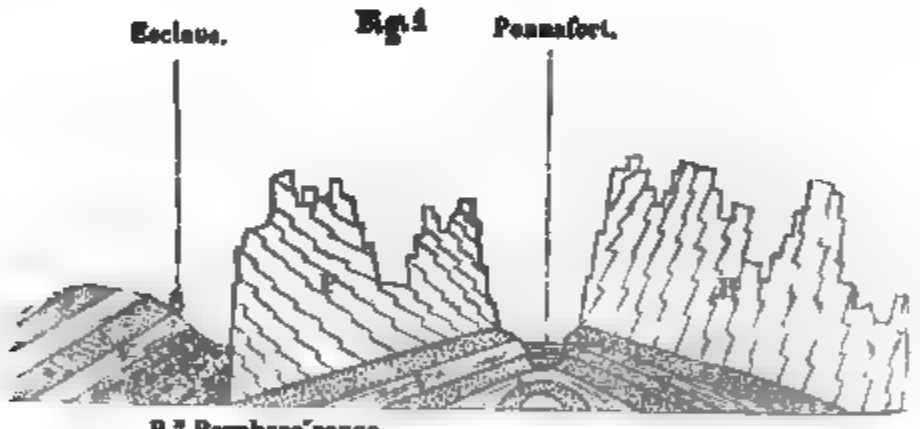
erge gauche du Reyran, au dessus des gneiss et des grès houillers, et s'étend jusqu'à la mer sous la forme d'un trapèze irrégulier. La direction générale des crêtes, ou, pour mieux dire, l'axe du massif porphyrique se confond avec le prolongement mathématique de la bande d'Esclans, et indique suffisamment les rapports de continuité qui lient l'une à l'autre les deux portions aujourd'hui séparées d'une même chaîne. Elle est parfaitement indiquée par les pics du Mont-Vinaigre, d'Artuby, de la Sainte-Beaume et par le cap Roux. Les faces méridionales de l'Esterel présentent des escarpements très raides, au-dessus lesquels s'élève le Mont-Vinaigre, haut de 1329 mètres, tandis que, du côté de Cannes, les pentes assez ménagées sont à peine troublées par quelques ressauts. Le porphyre rouge reparaît, mais en lambeaux insignifiants, à l'E. de Vidauban et à Roquebrune. Cette roche, par l'uniformité de ses principes constituants, représente dans le Var un des termes les mieux tranchés et les mieux définis de la série ignée. Son étude ne laisse subsister aucun doute sur l'époque géologique à laquelle elle appartient, ainsi que sur ses relations avec les terrains qu'elle a traversés ou qui la recouvrent. La pâte du porphyre est généralement un pétro-silex orthose d'un rouge plus ou moins foncé contenant de nombreux cristaux simples ou hémitropes d'orthose plus pâle, ainsi que de grains de quartz tendant à la forme dodécaédrique.

L'attention doit se fixer sur un fait remarquable qui démontre que les porphyres rouges dans le Var ont devancé de fort peu l'apparition des spilites. En effet, j'ai découvert dans les montagnes d'Aurèle une variété de porphyre rouge quartzifère criblée par des cavités remplies de carbonate de chaux, de manière à constituer un *porphyre spilite*, établissant le passage le mieux prononcé entre les porphyres et les amygdaloïdes. Ce passage, nous aurons occasion de le démontrer, n'est pas le seul caractère qui lie ces deux produits. L'association constante de ces deux roches, la présence simultanée de leurs débris au milieu des grès bigarrés, le recouvrement de certains de ceux-ci par des porphyres rouges, indiquent de la manière la plus positive, dans les éruptions successives qui couvraient le Var de leurs déjections, des alternances, à des intervalles de temps assez rapprochés, de porphyres et de mélaphyres. L'on peut dire que si, en général, les mélaphyres constituent des dépôts plus modernes que les porphyres quartzifères, il en existe cependant quelques uns qui leur sont contemporains, et dont les pre-

mières émissions marqueraient la fin de la période porphyrique, en présentant ces oscillations hybrides qui rendent quelquefois difficiles à établir les limites entre deux formations qui se succèdent immédiatement.

L'origine ignée des porphyres se déduit de leur division prismatique, de certaines variétés bréchiformes et de l'empâtement qu'ils ont opéré de portions de grès bigarrés auxquels la chaleur a fait subir des transformations particulières. Cette dernière circonstance a de l'importance : elle fournit la preuve de deux éruptions porphyriques, puisque les grès empâtés sont eux-mêmes formés aux dépens du porphyre rouge. Mais cette démonstration est rendue plus évidente par des exemples de superposition dans deux localités désormais célèbres pour l'histoire des porphyres rouges de l'Estérel. Ces localités sont celles de Pennafort et de San Peyré, à l'O. de la Napoule.

Le vallon de Pennafort pénètre, au-dessous du Petit-Esclans, le massif porphyrique qui s'élève en grands escarpements verticaux des deux côtés du torrent : on trouve à la base de ces escarpements un système d'argiles et de grès micacés rougeâtres, que l'on voit passer au-dessous des porphyres qui l'oppriment de leurs grandes masses prismatiques, ainsi que l'indique la figure ci-dessous. Il ne contient aucun fragment de por-

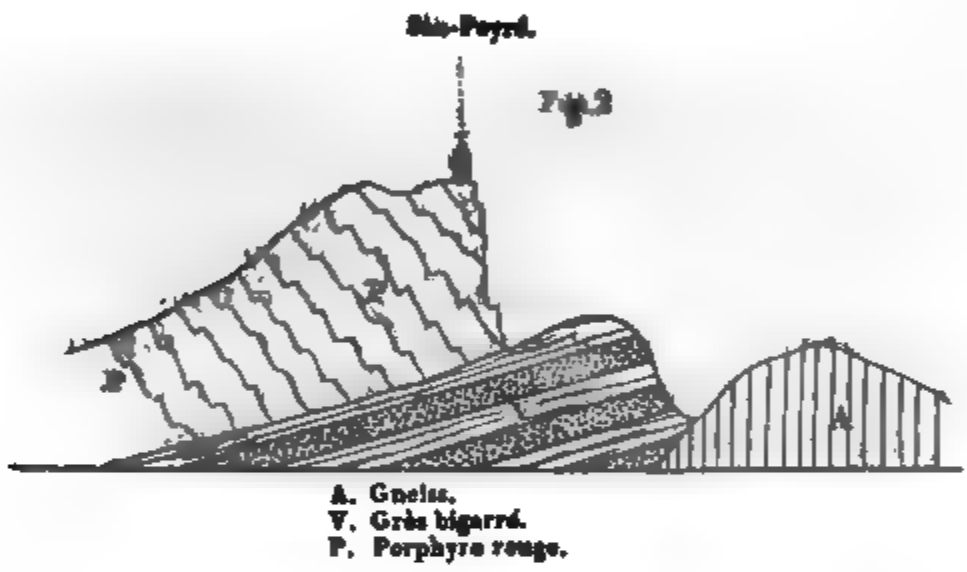


P.' Porphyre rouge.
V'. Grès bigarré antérieur au porphyre.
X. Conglomérats porphyriques.
V. Grès bigarré postérieur au porphyre.

phyre rouge, et il diffère par conséquent, quant à la nature des éléments constituants, des conglomérats et des grès bigarrés (V et X) qui, vers Esclans, recouvrent les porphyres rouges au détriment desquels ils sont presque entièrement formés. Le porphyre sera donc venu au jour pendant la période des grès bigarrés dont il aura recouvert les premières couches. Cette déduction, qui est la conséquence naturelle d'un fait bien établi de super-

position, se trouve confirmée par la rencontre dans le torrent de plusieurs blocs de porphyre empâtant des fragments anguleux de roches parmi lesquelles on reconnaît les mêmes argiles amarantes qui passent au-dessous des porphyres, et que ceux-ci auront saisies au moment où ils les traversaient en les brisant.

La coupe intéressante de Pennafort et les phénomènes importants qu'elle me dévoilait m'ayant démontré que la partie inférieure des grès bigarrés avait été recouverte par une éruption porphyrique, et que l'œuvre de la sédimentation, un instant interrompue, avait dû se continuer sur les flancs du porphyre rouge, puisque les grès supérieurs en présentent des fragments, je compris que, pour surprendre les relations des deux terrains, il était utile de choisir pour points d'étude les fentes naturelles produites par les soulèvements ou par l'action des eaux. Or, la montagne de San Peyré, à l'O. de la Napoule, me présenta un



nouveau point absolument analogue à celui de Pennafort, c'est-à-dire des argiles amarantes V' reposant sur des schistes cristallins A (1) et surmontées par le porphyre quartzifère P. La présence des conglomérats porphyriques au milieu des grès du trias, le volume des blocs diminuant graduellement à mesure que l'on s'éloigne des escarpements de l'Estérel, ne sont, comme on le voit, que la conséquence des faits que nous venons de décrire. Nous avons à rendre compte d'un autre fait qui a beaucoup d'importance à nos yeux et qui ajoute un nouveau poids aux distinctions que nous avons établies. Il consiste dans l'harmonie des rapports qui existent entre les grès et les porphyres ; nous voulons parler de la direction des prismes dans cette dernière roche, qui est constamment perpendiculaire à la surface des grès. Si une

force quelconque dérange la position de cette surface et la masse qu'elle supporte, les prismes éprouveront un mouvement correspondant, tout en conservant leur perpendicularité relativement au plan qui était primitivement horizontal ; or, c'est justement dans cette corrélation que se présentent les deux formations. Donc le porphyre n'a pas été la cause à laquelle on doive attribuer le relief de l'Estérel. Comme les terrains houillers de la vallée de Reyran, dans la composition desquels on retrouve à l'état roulé tous les matériaux des schistes cristallins, ne renferment aucuns débris de porphyre rouge, nous déduisons de ce fait et de ce que nous ont dévoilé Pennafort et San Peyré, que les porphyres rouges ont apparu pendant la période des grès bigarrés.

§ 4. *Mélaphyres.*

Si l'on ne s'arrêtait qu'aux caractères extérieurs des roches désignées par les expressions de *spilite*, de *trapp*, d'*amygdaloïde*, de *vacke* et de *mélaphyre*, on serait tenté de rapporter chaque échantillon à une espèce minéralogique distincte. Cependant, quand on s'est livré à une étude un peu sérieuse des circonstances de leur gisement, il n'est pas impossible de saisir les traits d'une physionomie commune qui permettent de leur assigner la même origine, abstraction faite de l'arrangement de leurs parties constituantes. Puis, lorsque, pour le besoin de la méthode, on veut créer des divisions systématiques, on est amené empiriquement à répartir dans plusieurs types principaux, auxquels viennent se grouper les variétés secondaires, les spilites du Var, considérées sous le point de vue minéralogique. Cette distinction une fois établie, l'histoire de ces roches curieuses ne se compose plus que des phénomènes géologiques auxquels elles ont donné naissance, ainsi que de leur distribution géographique. Comme la pâte des spilites (1) est généralement pyroxénique, la

(1) M. Diday, ingénieur des mines à Marseille, avec qui j'ai fait à plusieurs reprises le voyage de l'Estérel, s'est livré à des travaux d'analyse sur la composition de la pâte des spilites de ce département : d'après les premiers résultats auxquels cet habile chimiste est arrivé, les mélaphyres compactes d'Agay et autres lieux ne sont que de l'albite colorée par de l'oxyde de fer soluble dans les acides.

La pâte d'autres spilites peut être représentée par un mélange de quartz, d'albite et de pyroxène ou d'amphibole ; la coloration de la pâte est due soit à du peroxyde de fer, soit à un silicate ferrugineux

classification en types ne repose en réalité que sur les variations de texture et la présence des minéraux accidentels.

On est amené, pour spécifier chacune de ces variations, à établir quatre classes de mélaphyres qui sont :

1. Les mélaphyres grenus ;
2. Les mélaphyres porphyroïdes ;
3. Les mélaphyres amygdaloïdes ;
4. Les mélaphyres variolitiques.

Il arrive fréquemment que dans les mêmes gisements et dans les mêmes échantillons les cristaux d'albite sont associés à des noyaux de carbonate de chaux, et qu'ainsi les variétés passent de l'une à l'autre. Les mélaphyres grenus sont généralement d'un vert sale foncé, et ressemblent, au premier aspect, à l'amphibolite. Ils abondent aux Adrets dans l'Estérel, à la Garde près d'Hyères, et aux Campaux, où on les voit se charger de nombreux cristaux d'albite et de nodules calcaires. Les mélaphyres porphyroïdes sont rouges, verdâtres ou bleuâtres ; leur cassure est raboteuse; ils sont lardés de gros cristaux d'albite maclés de couleur rose. Près d'Agay il existe un gisement où la roche est remplie de boursouflures et de veinules allongées. On dirait des basaltes bulleux. Les mélaphyres amygdalaires (spilites) constituent la généralité des dépôts mélaphyriques dans le Var. Les noyaux calcaires, ainsi que les améthystes, les quartz cristallisés et les calcédoines, y foisonnent. Ils rappellent tout à fait les gisements d'Oberstein. Les mélaphyres variolitiques forment trois dépôts dans la chaîne de l'Estérel. Ils correspondent aux pyromérides de la Corse. La pâte de ses roches est d'une couleur rose ou rouge de brique. Elle renferme à l'état disséminé une multitude de globules de même nature, mais s'en distinguent par une texture radiée. Au dessous de Saint-Raphaël, ainsi qu'à Agay, cette variété contient des globules de carbonate de chaux qui la font passer aux amygdaloïdes.

Il nous reste à examiner leur position géologique. — La contrée méridionale du Var, depuis les environs de Toulon jusqu'à Antibes, renferme trois grandes formations sédimentaires, qui sont les schistes cristallins, le terrain houiller et le trias. — Dans l'Estérel, les grandes lignes de fracture suivant lesquelles les mélaphyres se sont fait jour sont parfaitement indiquées par les escarpements du porphyre rouge quartzifère. Les mélaphyres

---

également soluble dans les acides, et dont la composition est celle du péridot. Les cristaux dans les spilites sont de l'albite.

composent de chaque côté une série de monticules fort rapprochés les uns des autres, et qui, suivant toute probabilité, doivent former le sol lui-même à une petite profondeur, conjecture qui est confirmée par le développement extraordinaire qu'ils acquièrent lorsqu'ils reposent au milieu de terrains friables qui ont été dégradés ou emportés en partie, ainsi qu'on l'observe sur la côte de Boulouris. Ainsi, ils forment autour du massif porphyrique une ceinture non interrompue qui lui paraît subordonnée, et qu'on est certain de couper, de quelque part que l'on cherche à pénétrer dans cette chaîne de montagnes. — La chaîne des Maures offre à son tour quelques gisements analogues, mais leur nombre est fort limité. — Il y a eu plusieurs éruptions de mélaphyres dans le Var. Les faits qui suivent justifient cette assertion. — Depuis le port de Saint-Raphaël jusqu'au château d'Agay, le rivage de la mer est formé par des assises très puissantes de grès bigarrés dont les éléments très grossiers laissent reconnaître les roches qui ont concouru à leur composition. Ce sont des fragments roulés de gneiss, de quartz, de granites, de micaschistes, de porphyre rouge et de *mélaphyres amygdalaires, porphyroïdes* et *variolitiques*, dont les lieux de provenance ne sont pas douteux, car on les retrouve en place dans le voisinage. — La montagne de Rouit, depuis la Bouverie jusqu'à Esclans, offre la même particularité. — Ces faits indiquent donc d'une manière incontestable l'antériorité ou du moins la contemporanéité de certains dépôts de mélaphyres par rapport à l'étage des grès bigarrés. Mais leur âge est-il limité à une époque unique, ou bien n'embrasse-t-il pas une longue période marquée par plusieurs émissions successives, ainsi qu'on l'a observé pour d'autres formations plutoniques? — La région la plus favorable pour des observations de cette nature est le plateau sur lequel est bâtie la ville de Fréjus, et qui se compose d'une spilite amygdalaire (fig. 3). A mesure qu'on se rapproche du Reyran,

M. Mélaphyre.
V. Grès bigarré.

on domine un escarpement assez profond qui montre à nu et les tranches de grès bigarré V et la masse mélaphyrique qui lui est superposée. Le grès supportant est très homogène, mais son intérieur trahit les traces évidentes de l'altération qu'il a subie : de rouge qu'il était primitivement, comme on peut le voir dans les autres couches éloignées de la roche plutonique, il est devenu d'un rose pâle parsemé de quelques taches brunes ; de plus, l'action de la chaleur paraît avoir déterminé les nombreuses fissures qui le traversent dans tous les sens et le divisent en prismes polyédriques ; les portions mêmes que l'on dirait compactes se séparent au moindre choc, et ils résonnent sous le marteau à la manière des briques cuites. — Au surplus, l'origine éruptive des spilites est attestée par les nombreuses couches de conglomérats qu'ils ont poussées devant eux en éclatant à la surface. La côte comprise entre Boulouris et la tour de Darmont en présente un magnifique exemple. A Esclans, les mélaphyres ont emporté des fragments de gneiss que l'on voit implantés dans la pâte à un niveau que ces derniers n'atteignent pas. Enfin, comme dernière démonstration, nous citerons les filons du mélaphyre calcarifère, dont l'épaisseur est de quelques centimètres, injectés dans le granite porphyroïde des environs du Plan de la Tour. — Les nombreux gisements de dolomie qui se montrent au milieu des formations secondaires de la Provence, bien qu'ils paraissent être sans relations apparentes avec les régions porphyriques, s'y lient, c'est du moins notre sentiment, par plusieurs circonstances de position. Leur apparition successive à diverses époques concorde trop bien avec l'intermittence et la succession des éruptions mélaphyriques, pour qu'on ne reconnaisse pas dans cette manifestation de phénomènes une connexité et des rapports réciproques. Dans notre travail sur le métamorphisme des roches calcaires (1), en parcourant les divers faits relatifs à la dolomisation, nous avions, nous le premier, établi une distinction importante entre les dolomies qui étaient le résultat de l'épigénie et celles qui étaient dues à une précipitation chimique. Nous citions les horizons dolomitiques qui servaient en Provence à séparer les divers termes d'une même formation ou deux formations différentes ; nous ajoutions qu'il n'était point rare de rencontrer des fossiles dans cette dolomie sédimentaire, dont la direction se liait sans interruption à la direction générale des couches. Les marnes irisées du Var, si riches en gypse, ne le

(1) *Bulletin de la Société géologique de France*, t. XII, p. 343.

sont pas moins en dolomies; le calcaire jurassique, le terrain néocomien présentent pareillement des bancs de dolomies subordonnés ; le muschelkalk est encroûté de cargneules. Ces nombreux exemples démontreraient qu'il aurait existé à ces diverses époques géologiques des sources qui auraient amené dans les mers des eaux chargées de magnésie ou de carbonate de magnésie ; que cet oxide ou ce sel se serait incorporé au carbonate de chaux tenu en dissolution dans ces mêmes mers, qui alors, au lieu d'un carbonate simple, auraient déposé un double carbonate de chaux et de magnésie. — Pour nous résumer en peu de mots, nous dirons que, malgré leur différence de texture, les mélaphyres constituent une seule formation géologique dont les premiers dépôts suivirent de très près l'apparition des porphyres rouges et la sédimentation des premières couches du grès bigarré ; qu'à leur sortie se rattache la présence de divers filons métalliques, des gypses et des dolomies que l'on observe dans la Provence et dans une partie du Dauphiné.

§ 5. *Porphyre bleu quartzifère.*

Outre les divers porphyres que nous avons déjà décrits, il en existe, entre Saint-Raphaël et la rade d'Agay, une variété remarquable dont les caractères s'éloignent tellement des types communs, que M. de Beaumont la rapproche des trachytes. M. Diday a constaté que la pâte est formée en partie d'oligoclase et en partie d'albite. La couleur dominante est le bleu turquin, d'un ton un peu pâle. La roche, au lieu de présenter un pétrosilex compacte comme les porphyres ordinaires, est composée de la réunion de petits cristaux d'albite lardée de plus gros cristaux. — Le quartz s'y présente en cristaux dodécaédriques, et en forme un des éléments essentiels. On y remarque aussi des cristaux d'amphibole d'un vert sombre, dont l'abondance est ordinairement en raison inverse de celle du quartz. En face de la tour de Darmont, ce minéral devient tellement envahissant, que le porphyre passe à une vraie syénite. Le porphyre bleu court parallèlement au rivage, depuis le quartier de la Garde-Vieille jusqu'au dessus de la rade d'Agay, en formant les montagnes arrondies du vallon d'Aigues-Bonnes, des Caux, des Ferrières et de Boulouris; de là il se continue dans l'intérieur des terres, affleure au-dessous des grès bigarrés et des mélaphyres, au Prat-Blocaus, aux Grands-Gondins, et il s'enfonce sous les escarpements porphyriques de l'Estérel, après un parcours de 14 à 15

kilomètres. Il est postérieur aux mélaphyres ; car, à Boulouris, il les traverse sous forme de dykes ramifiés. Il renferme de plus, à Ferrières et à la Garde-Vieille, des filons et des amas de fer oligiste et de fer oxidulé, analogues à ceux de l'île d'Elbe ; et dans cette île ces amas sont sous la dépendance de roches feldspathiques identiques avec notre porphyre; aussi lui attribuons-nous la même origine et le même âge. — Nous avons vu que la bande de porphyre rouge se divisait en deux portions inégales: l'une, depuis la Gardiole jusqu'à Esclans, formait cette muraille uniforme sous laquelle s'abritent les plaines de Fréjus, du Puget et du Muy; la seconde, depuis les ressauts du Reyran opposés à la Gardiole, se continuait jusque dans la mer, en constituant le cap Roux, remarquable par la hardiesse de ses formes, les pitons de la Sainte-Baume et les colosses d'Artuby et du Mont-Vinaigre. Ces arêtes tranchantes et découpées, caractéristiques de la région la plus orientale de l'Estérel, contrastent d'une manière frappante avec la monotonie des lignes de l'autre portion, et indiquent clairement qu'elles sont le résultat d'une cause perturbatrice qui a agi sur ces points avec plus d'intensité que dans le restant de la chaîne. En effet, en examinant des montagnes d'Agay ou des hauteurs de Fréjus la silhouette que l'Estérel découpe à l'horizon, on voit, abstraction faite des hiatus intermédiaires, qu'elle dessine une ligne courbe qui, du Mont-Vinaigre, comme point culminant, s'abaisse graduellement et vers Esclans et vers la Méditerranée, et que les plus grands écartements, ainsi que la disposition flabelliforme provoquée par les fractures, correspondent exactement avec la direction du porphyre bleu et avec son point de rencontre avec les porphyres rouges. Le porphyre bleu a donc été le levier qui a soulevé l'Estérel et produit les perturbations que nous avons signalées dans les lignes terminales.

§6. *Formation trachytique.*

Au milieu des conglomérats que l'on rencontre à Notre-Dame de la Garde, près d'Antibes, on remarque quelques filons d'une roche compacte, très homogène, contenant de nombreux cristaux de feldspath, du mica noir hexaédrique et quelques cristaux d'amphibole. Par places, on y voit encore quelques noyaux d'obsidienne noire. Les blocs qui sont noyés dans les conglomérats offrent beaucoup plus de variétés que les dykes eux-mêmes. On y reconnaît toutes sortes de trachytes, depuis les plus por-

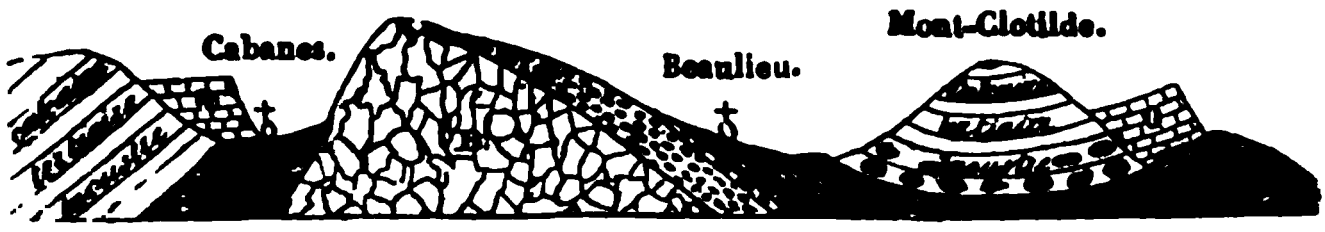
phyroïdes jusqu'aux phonolites grenus. Une particularité qui mérite d'être signalée consiste en l'absence complète de toutes roches étrangères à la formation trachytique. On n'y voit ni gneiss, ni porphyre rouge, ni grès bigarré, en un mot, aucun représentant des formations qui constituent le sol des contrées environnantes. Il est évident que ces conglomérats sont ici, comme cela se reproduit en Auvergne et dans les champs Phlégréens, l'équivalent de ces matériaux d'agrégation qui recouvrent et masquent quelquefois les dômes trachytiques et qui proviennent de la déjection de matières pulvérulentes et de blocs arrachés aux portions déjà consolidées. — Si les conglomérats ne forment dans les environs d'Antibes qu'un point insignifiant, il n'en est pas de même dans les environs de Biot et de Villeneuve où ils occupent une étendue assez considérable et constituent des coteaux élevés dont les flancs sont déchirés par la rivière du Loup et par les torrents qui descendent des bois de La Garde. Ils sont généralement d'une couleur gris cendré dont le fond pâle contraste avec la teinte foncée des blocs de trachyte qui y sont engagés. Cette dernière roche, qui ne se montre en place nulle part, est abondamment disséminée au milieu des matières agglomérées en fragments plus ou moins volumineux, lesquels ayant subi pour la plupart un commencement d'altération laissent apercevoir la structure de feldspath qui en forme un des principaux éléments. On le reconnaît facilement à son aspect vitreux et fendillé. Les cristaux, cependant, ne sont dominants que dans une variété de blocs sujette à une prompte désagrégation et que l'on trouve disséminée dans les alentours de l'oratoire situé entre Biot et la chapelle de Saint-Julien. Ils y sont associés avec quelques cristaux d'amphibole hornblende, ainsi qu'avec du mica hexagonal, et constituent avec ces différentes substances un véritable trachyte caractérisé et par sa rudesse au toucher et par sa composition. Les blocs qui ont une couleur brunâtre sont moins riches en feldspath; leur pâte est plutôt pétrosiliceuse et elle donne un aspect euritique à la roche, qui, si on l'étudiait en dehors de son gisement, pourrait être rapportée à la formation porphyrique. — Les conglomérats passent à un tuf d'une ténuité extrême, en présentant toutes les gradations intermédiaires, depuis l'état de blocs libres jusqu'à un dépôt vaseux. A Charlotte ils contiennent de nombreux rognons d'opale lithoïde. — On voit dans les vallons de la Charlotte les conglomérats reposant transgressivement sur les tranches du calcaire néocomien ainsi que sur les grès à nummulites, et recouverts à leur tour.

dans les environs de Biot, par la molasse marine. A la base de ce système tertiaire les produits trachytiques sont remaniés et mêlés aux gompholites. Donc les trachytes sont antérieurs à l'étage miocène et postérieurs à la formation nummulitique du midi de la France.

§ 7. *Formation basaltique.*

Moins abondants que les produits des formations ignées que nous avons déjà reconnus, et jouant un rôle comparativement très restreint, les basaltes se montrent éparpillés dans le Var avec des caractères à peu près uniformes de composition, sinon avec des circonstances identiques de gisement. Cependant les basaltes de Beaulieu et de Rougiers offrent des faits du plus grand intérêt, et nous ne craignons pas d'exagérer leur importance en avançant que leur description seule peut prétendre à l'honneur d'illustrer l'histoire de la formation basaltique. — Le volcan éteint de Beaulieu est situé à trois lieues d'Aix, à quelque distance du village de Rognes et au milieu du terrain lacustre gypsifère. Dans les alentours du château de Cabanes, comme l'indique la figure 4, on constate le recouvrement dis-

Fig. 4



B. Basalte.
Q. Tuf basaltique.
O. Molasse marine.

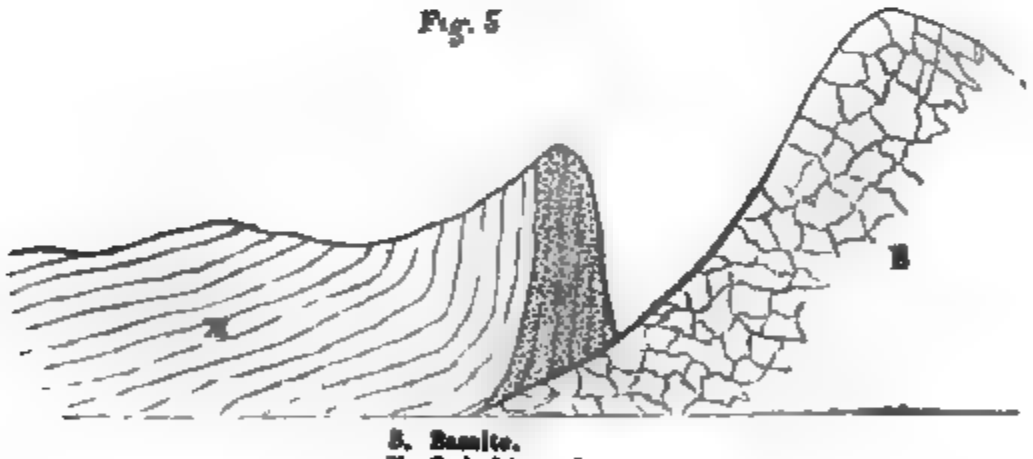
cordant des marnes lacustres par la molasse miocène marine ; à la droite de l'observateur s'ouvrent des ravines profondes dans lesquelles se montre à découvert la série de toutes les couches du système gypseux, jusqu'aux argiles rouges et aux poudingues qui en constituent la base. Vers le nord se dresse un coteau isolé à contours émoussés, dont la couleur noire annonce déjà l'origine ignée. — Le massif volcanique qui, dans le sens de son plus grand axe, ne dépasse pas 3 kilomètres, se compose : 1° d'un basalte noirâtre péridotifère ; 2° d'une dolirite cristalline avec fer oligiste titané ; 3° de basaltes-laves scoriacées et boursouflées ; 4° de tufs et de brèches qui enveloppent les flancs du cône ou qui ont nagé à sa surface. — Considéré dans son en-

semble, le terrain basaltique se présente sous forme d'une nappe un peu inclinée vers l'ouest, dont une extrémité, dans la direction de Saint-Canadet, est taillée brusquement et couronne les escarpements pratiqués dans les calcaires lacustres, tandis que, du côté du château de Beaulieu, les pentes sont ménagées. — Il n'existe aucun cratère qui montre bien clairement l'orifice par lequel se sont écoulées les laves. Seulement, vers le sommet du coteau, on observe quelques buttes coniques qui, par la contexture des rochers qui les forment, semblent indiquer que le basalte est arrivé à l'état pâteux, et que l'affaissement de la matière, lorsqu'elle était encore fluide, s'est déterminé suivant la pente de la montagne. A quelque distance de ces buttes, et comme s'ils se fussent échappés par de simples fissures, apparaissent quelques filons de basalte poreux et boursouflés dont la structure atteste l'influence des gaz pendant la période d'activité. Bien qu'ils s'agrandissent sensiblement à mesure qu'ils s'éloignent des points de départ, ils représentent moins les traces d'une véritable coulée que la partie supérieure du bain en fusion qui, à raison de sa plus grande légèreté, aura flotté au-dessus de la masse et suivi les pentes du terrain. — Les basaltes supportent, vers le mont Clotilde (voy. fig. 4), une brèche composée de fragments anguleux des diverses variétés de roches qui constituent le cône, parmi lesquels il n'est pas rare d'observer des fragments empâtés du calcaire lacustre à travers lequel le basalte s'est ouvert un passage. La nature ne dévoile-t-elle pas, dans la succession de ces divers phénomènes, les secrets de la marche qu'elle a suivie dans l'arrangement respectif des parties constituantes du volcan. Après la sortie du basalte compacte, les portions scorifiées, en s'épanchant vers le château de Beaulieu, auront balayé les fragments qui se trouvaient sur leur trajet, en les confondant avec les débris du calcaire lacustre, qui, déjà consolidés au moment de l'éruption, furent arrachés à leur gisement, et auront formé à la base du cône ce bourrelet curieux de brèches (Q) que nous avons signalé. Or, comme cette opération se consommait dans le lac tertiaire qui déposait alors les couches supérieures de l'étage gypseux, la sédimentation, troublée un instant par l'arrivée du basalte, reprit bientôt après son cours ordinaire, et encroûta à son tour tous les points du cône qui purent être atteints, en emprisonnant dans les calcaires des fragments basaltiques.

Ainsi le volcan s'est fait jour à travers un système de couches lacustres, et pendant la période même de leur précipitation.

L'exactitude de cette proposition est confirmée par les conséquences qui découlent naturellement de l'examen des couches dont la sédimentation est postérieure à l'éruption basaltique. Dans plusieurs de nos écrits nous avons démontré, contrairement à l'opinion de plusieurs géologues, que l'étage à gypse d'Aix était antérieur à la molasse marine. La discordance flagrante qui existe entre ces deux formations, dont l'une est marine et l'autre lacustre, commande cette séparation. Ce principe une fois posé, on conçoit que si la molasse apparaît dans les alentours de Beaulieu, elle doit reposer transgressivemnt et sur les calcaires lacustres, et sur les tufs basaltiques (Q). Or, c'est justement ce qui se réalise dans le revers N.-O. du mont Clotilde, comme l'indique la fig. 4. — On a constaté dans le département du Var sept gisements basaltiques : à Rougiers, à Tourves, à Ollioules, au Revest, à Saint-Nazaire, à la Molle et à Cogolin. Ceux de Rougiers et de Saint-Nazaire sont enclavés dans le trias; ceux d'Ollioules, de Tourves et du Revest dans le néocomien, et ceux de la Molle et de Cogolin dans les schistes cristallins. — Le volcan éteint de Rougiers offre de l'intérêt. Il est situé au milieu d'un bassin irrégulier formé par le prolongement de la chaîne des montagnes de la Sainte-Baume. Il con-

Fig. 5



B. Basalte.
V. Grès bigarré.
M. Muschelkalk.

stitue un coteau isolé connu sous le nom de Polinier. L'inclinaison des couches calcaires du muschelkalk, assez faible du côté de Rougiers, se redresse brusquement dans les alentours du basalte, où elle se montre sous un angle de 80° environ. Grâce à cette inflexion subite, le grès bigarré, recouvert partout ailleurs, affleure à la base du cône, et constitue avec le muschelkalk un escarpement presque vertical, qui, sous forme de bourrelet circulaire, suit les contours de la roche ignée, dont il semble interdire l'accès. Du haut de cette terrasse naturelle, le coteau de

Polinier ressemble assez à un camp retranché que l'on aurait détaché des terrains environnants par un fossé de circonvallation et par des palissades. — La disposition circulaire du grès bigarré et du muschelkalk indique de la manière la plus frappante que les causes auxquelles la butte de Polinier doit son origine, et les alentours leur configuration, eurent à vaincre l'obstacle que leur opposaient les couches sédimentaires qui sont aujourd'hui disloquées, et que la violence du phénomène éruptif a redressées jusqu'à la verticale, en laissant un vide vers les charnières de rupture. Elles ont donné naissance, en un mot, à un cratère de soulèvement.

Nous terminerons notre résumé par le tableau suivant, qui met en regard chaque formation ignée avec les terrains sédimentaires traversés, ainsi qu'avec les principaux accidents géologiques qui se rattachent à son histoire.

DÉSIGNATION des TERRAINS.	ROCHES IGNÉES contemporaines.	SUBSTANCES qui se rattachent à la sortie DES ROCHES IGNÉES.	LOCALITÉS.
SCHISTES CRISTALLINS	GRANITE, SERPENTINE . .	Filons quartzeux	Chaînes des Maures et de l'Estérel.
TERRAIN HOUILLER	. . . . .	. . . . .	Estérel, Collobrières.
TRIAS. Grès bigarré. Muschelkalk. Marnes irisées	PORPHYRE ROUGE.	Filons métallifères (cuivre gris et pyriteux, blende, galène, stibine), filons avec barytine et fluorine.	Cogolin, La Garde, Esclans, Collobrières, etc.
	MÉLAPHYRES SPILITES.	Gypses, dolomies . . .	Cuers-Montferrat, Gonfaron, etc.
TERRAIN JURASSIQUE.	MÉLAPHYRES DANS LES ALPES.	Filons de galène avec barytine	Saint-Geniez, Auribeau.
		Dolomie, gypse	Castellanne, Digne, Aupt, etc.
Entre la CRAIE et le TERRAIN TERTIAIRE	PORPHYRE BLEU QUARTZIFÈRE.	Filons d'aimant, dolomie.	Estérel.
	TRACHYTE.	. . . . .	Antibes, Biot.
TERRAIN TERTIAIRE lacustre inférieur.	BASALTE.	Dolomie.	Aix (Beaulieu), Rougiers, Tourves, Ollioules, Le Revest, Saint-Nazaire, La Molle, Cogolin.
TERRAIN TERTIAIRE marin. . .	. . . . .	. . . . .	Vence, Biot.
TERRAIN TERTIAIRE supérieur	. . . . .	. . . . .	Vallée du Loup.

Par suite de la communication précédente, M. Rivière fait :marquer qu'à l'île Bréhat, ainsi qu'en Angleterre et dans les osges, le porphyre rouge est antérieur à la formation du ter-ıin houiller. En reconnaissant l'exactitude des observations de I. Coquand, M. Rivière éprouve une certaine difficulté à ad-ıettre que dans le Var les porphyres rouges quartzifères ient fait leur apparition pendant le dépôt même du grès bi-arré; il ne conçoit pas comment le soulèvement de masses ıssi grandes que celles de ces porphyres rouges ait pu se faire ıns produire des discordances de stratification dans les couches u grès bigarré.

M. Rivière admet, ainsi que le fait M. Coquand, que les olomies du Var sont d'origine sédimentaire; il croit qu'il en st ainsi de celles du Tyrol : dans le Tyrol, en effet, on observe ue plus on est voisin de mélaphyres, plus les calcaires sont olomitiques, et qu'au contact même ces roches éruptives sont n galets dans les dolomies, tandis que ces galets ne se retrou-ent plus à une certaine distance; il demeure alors évident que e n'est pas l'éruption des mélaphyres qui a transformé les cal-aires en dolomies.

M. Coquand fait remarquer que les masses de porphyre ouge du Var sont très petites quand on les compare à l'étendue u'avait, dans le Midi, la mer du trias, et que cela suffit pour omprendre que leur éruption n'a pas dû changer la stratifica-ion des dépôts qui s'opéraient dans cette mer; car si l'on conce-ait que l'île Julia ait eu un volume beaucoup plus considérable ue celui des porphyres du Var, son apparition dans la Médi-erranée eût bien occasionné dans les environs de l'île la forma-ion de couches de conglomérats, sans pour cela interrompre es dépôts qui se produisent dans toute l'étendue de la Médi-erranée.

Quant aux dolomies du Tyrol, M. Coquand dit que, pour I. Fournet, elles sont postérieures à l'éruption des mélaphyres.

Séance du 5 mars 1849.

PRÉSIDENCE DE M. D'ARCHIAC.

M. Bayle, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. le docteur CAMPICHE (George), à Sainte-Croix, canton de Vaud, présenté par MM. Blanchet et Michelin.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Coquand, *Description des solfatares, des alunières et des lagoni de la Toscane* (extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., t. VI, p. 91); in-8, 71 p. Paris, 1848.

De la part de M. Geinitz, *Das Quadersandsteingebirge*, etc. (De la formation du quadersandstein en Allemagne); in-8, 16 p. Freiberg, 1849.

De la part de M. Mauduyt, *Ichthyologie de la Vienne*, 1re partie; in-8, 59 p., 2 pl. Poitiers, 1848. Chez Dupré.

De la part de M. Studer, *Verhandlungen*, etc. (Actes de la Société helvétique des sciences naturelles, réunie à Soleure les 24, 25 et 26 juillet 1848, 33e session); in-8, 208 p. Soleure, 1848. Chez Gassmann fils.

De la part de l'État de New-York, *Natural History*, etc. (Histoire naturelle de l'État de New-York; partie II, Botanique, par M. John Torrey, vol II; partie V, Agriculture, par M. E. Emmons, vol. Ier); in-4, 2 vol. Albany, 1843, chez Carrol et Cook; et 1846, chez Van Benthuysen.

De la part de M. le commissaire des patentes de Washington :

1° *List of Patents*, etc. (Liste des patentes pour inventions et projets originaires des États-Unis, de 1790 à 1847, avec les lois, notes et décisions des tribunaux des États-Unis sur les patentes pendant la même période); in-8, 646 p. Washington, 1847. Chez Gideon.

2° *Annual Report*, etc. (Rapport du commissaire des patentes de Washington pour les années 1845, 1846 et 1847); in-8, 3 vol. Washington, 1848. Chez Wendell et Van Benthuysen.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. 1849, 1er sem., t. XXVIII, nos 8 et 9.

L'Institut. 1849, nos 790 et 791.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée; nos 4 et 5. Décembre 1848 et janvier 1849.

Séances et travaux de l'Académie de Reims. Année 1848-1849, nos 5 et 6, séances des 5 et 19 janvier 1849.

The Athenæum. 1849, nos 1113 et 1114.

Abhandlungen, etc. (Mémoires de la Société royale des sciences de Bohême); 5e série, vol. V. Année 1847.

Le secrétaire donne lecture de la lettre suivante de M. Geinitz:

Dresde, le 28 février 1849.

Monsieur le Président,

En lisant la note sur le terrain crétacé d'Aix-la-Chapelle, par M. A. Pomel (*Bull. de la Soc. géol. de France*, tome VI, p. 15), je suis très étonné d'y trouver une grande erreur, dans laquelle semble tomber M. Pomel, et que je dois rectifier.

M. Pomel dit, p. 20 : « M. Müller, l'un d'eux, a été fort étonné lorsque, le conduisant sur la localité (le *Arkhener Wald*, dans la forêt d'Aix-la-Chapelle) presque malgré lui, il a reconnu que le calcaire ne s'étendait pas jusqu'au sommet, et que les sables et argiles à silex, qu'il croyait inférieurs à ces calcaires, les recouvraient au contraire; mais il n'était jamais venu visiter ce point, malgré sa proximité de la ville d'Aix-la-Chapelle. »

Cette découverte intéressante a été faite par M. Müller, mais non pas par M. Pomel.

Ayant étudié le terrain crétacé et celui du quadersandstein presque dans toute l'Allemagne et le Danemark, j'arrivai le 18 août 1848 à Aix-la-Chapelle, où je racontai à M. Müller que le quadersandstein supérieur avait été reconnu par moi en Silésie, en Bohême, en Saxe, au Harz et en Westphalie, et je lui demandai en même temps s'il n'en existait pas dans les environs d'Aix-la-Chapelle.

M. Müller me répondit qu'il connaissait un endroit dans la forêt d'Aix-la-Chapelle où se trouvait un rocher de grès qui pourrait bien être du quadersandstein supérieur. N'ayant pas visité depuis environ dix ans ces localités, où des excursions botaniques l'avaient conduit, il ne pouvait encore l'affirmer précisément. Mais son opinion fut constatée entièrement par une excursion le lendemain, et je fus assez heureux pour obtenir une nouvelle preuve de l'exactitude du système que j'avais esquissé pour la formation crétacée ou « le *quadersandsteingebirge* » de l'Allemagne.

Le 20 août ma joie fut augmentée par la communication que me fit mon estimable ami, M. le professeur de Koninck, à Liége, qu'il avait découvert près de Verviers une localité où le grès (*Oberer quadersandstein*) se trouve dans les mêmes conditions (*i. e. au-dessus de la craie blanche*), comme dans la forêt d'Aix-la-Chapelle, où je l'ai vu moi-même avec M. Müller, le 20 août 1848, ainsi que dans d'autres localités, où je l'avais déjà rencontré antérieurement en Allemagne.

Sans doute, monsieur le Président, vous avez reçu ma lettre du 5 septembre 1848 dans laquelle je vous ai écrit un résumé des résultats de mes recherches sur cette formation. Veuillez vous rappeler que je vous ai écrit en propres termes : « J'ai vu moi-même le quadersandstein supérieur en Silésie, en Bohême, en Saxe, au Harz, en Westphalie, près d'Aix-la-Chapelle, et M. de Koninck l'a reconnu aux limites de la France et de la Belgique. »

Une notice semblable se trouve déjà publiée dans le « *Correspondenzblatt des zoologisch-mineralogischen Vereines in Regensburg*, 1848, p. 163, » et à présent j'ai l'honneur de vous remettre la première feuille de mon ouvrage : « *Das quadersandsteingebirge in Deutschland*, » que j'espère pouvoir présenter à la Société géologique dans un ou deux mois au plus tard.

M. Pomel répond que l'auteur de la lettre a mal interprété le passage du Mémoire dont il cite un fragment, car il y est question de la colline de Wetschau et non de celle de l'Arkhner-Wald.

Sur ce dernier point, en effet, dit M. Pomel, je n'ai pu voir les sables supérieurs reposer sur le calcaire, car ce calcaire y manque dans les points que j'ai visités; je persiste à maintenir

l'exactitude de mon allégation, et j'espère que M. Müller ne l'infirmera pas.

M. Damour donne lecture de la notice suivante :

Nouvelles analyses de la périklase, par M. A. Damour.

La périklase, espèce minérale découverte et décrite pour la première fois en 1842 par M. Scacchi, professeur de minéralogie à Naples, n'a pu être étudiée jusqu'à ce jour, à raison de sa rareté, que par un petit nombre de minéralogistes. Les analyses faites à différentes époques par M. Scacchi, par M. Delesse et par moi n'ayant indiqué, dans cette substance, d'autres principes que la magnésie anhydre et une faible proportion d'oxide de fer, ont causé quelque étonnement aux chimistes. On a effectivement assez de peine à concevoir qu'un oxide tel que la magnésie, doué de propriétés alcalines très prononcées, se rencontre dans la nature, à l'état de pureté, en cristaux très nets, et résiste indéfiniment à l'influence décomposante des agents atmosphériques. J'ai donc pensé qu'il y aurait quelque intérêt à multiplier les recherches chimiques sur la périklase, et à contrôler ainsi les résultats précédemment obtenus. Une heureuse circonstance m'a facilité ces nouvelles recherches : un bloc assez volumineux de cette intéressante espèce minérale a été récemment trouvé parmi les roches erratiques du tuf ponceux de la Somma par M. A. de Rayneval, ministre de France à Naples, et minéralogiste très instruit. C'est à l'obligeance de M. de Rayneval que je dois les échantillons employés aux essais et aux analyses dont je vais rendre compte dans cette notice.

Ces échantillons nous montrent la périklase disséminée, tantôt en petits grains irréguliers, tantôt en cubes et en octaèdres bien distincts, dans une masse de chaux carbonatée lamellaire blanche. Dans certaines parties de la masse on remarque des taches de rouille provenant de cristaux altérés de périklase ; la croûte extérieure du bloc est criblée de cavités partiellement remplies d'une poussière jaune brunâtre, et qui paraissent dues à la décomposition complète du minéral. On observe aussi par places, dans l'intérieur de la masse, de petites veines blanches de magnésie carbonatée terreuse.

Si l'on expose la masse calcaire renfermant la périklase à l'action de l'acide acétique ou de l'acide chlorhydrique affaibli, il se manifeste une vive effervescence, le calcaire se dissout, la

liqueur acide se colore en jaune brun, par suite de la dissolution d'un peu d'oxide de fer provenant des parties altérées. Quant à la périklase cristallisée et pure, elle reste entièrement inattaquée. On peut alors laver les cristaux et en faire un triage exact. Ces cristaux ne s'altèrent pas au contact de l'air, et jusqu'à ce jour ils se sont très bien conservés dans ma collection.

La densité du minéral, en grains choisis avec soin, prise sur une quantité pesant 3gr,2960, s'est trouvée égale à 3,674.

Placée sur un papier de tournesol rougi et humecté d'eau, la périklase, même à l'état de fragments irréguliers, exerce une réaction alcaline. Cette réaction devient plus marquée lorsqu'on emploie le minéral en poudre impalpable.

L'acide nitrique l'attaque lentement à froid, mais très rapidement et avec dégagement de vapeurs rouges lorsqu'on opère à chaud sur le minéral en poudre.

L'acide chlorhydrique ne dissout la périklase qu'autant que cette substance est réduite en poudre fine.

L'acide sulfurique étendu de deux fois son volume d'eau la dissout également bien lorsqu'elle est pulvérisée.

Les nouveaux échantillons de périklase contenant, comme les premiers, de l'oxide de fer, je me suis attaché à déterminer la proportion de cet oxide et son degré d'oxidation. Mes précédentes recherches (*Annales des mines*, 1843, t. III, p. 381) m'avaient donné lieu de présumer que la périklase contenait de l'oxide ferreux plutôt que de l'oxide ferrique. M. Delesse, plus récemment, ayant fait rougir cette substance dans un courant d'hydrogène, avait reconnu qu'elle n'éprouvait aucun changement de poids. Je viens de renouveler cette expérience, et le résultat s'est trouvé conforme à celui qu'avait obtenu M. Delesse. Exposée à la température du rouge blanc, dans un courant d'hydrogène sec, la périklase n'a subi ni augmentation ni diminution de poids.

J'ai pensé qu'on arriverait plus directement à déterminer le degré d'oxidation du fer contenu dans la périklase en exposant le minéral, sous une haute température, à l'action d'un courant d'oxigène.

Le minéral, réduit en poudre et placé dans une nacelle de platine, a été introduit dans un tube de porcelaine. Le tube a été placé au milieu d'un fourneau à réverbère et chauffé au rouge blanc. On a fait alors passer le courant d'oxigène. Ce gaz se dégageait, à froid, d'un flacon dans lequel on avait introduit du bioxide de barium mêlé d'une petite quantité de peroxide de

ièse, puis de l'acide chlorhydrique étendu de trois fois
ume d'eau. L'oxigène n'arrivait dans le tube de porce-
r'après avoir traversé un tube en U rempli de ponce hu-
d'acide sulfurique concentré. Le dégagement d'oxigène
ntretenu jusqu'au refroidissement complet de l'appareil.
ncelle étant alors retirée du tube de porcelaine, on a re-
que la poudre du minéral, dont la nuance était le blanc
e avant l'opération, avait pris une teinte de rouille fon-
balance a accusé une augmentation de poids. Ainsi :
735 de périklase, contenant 0gr.,0646 d'oxide ferreux,
t après l'opération : 1gr.,0810.
, augmentation de poids : 0gr.,0075.
alcul indique que 0gr.,0646 d'oxide ferreux absorbent
3 d'oxigène pour passer à l'état d'oxide ferrique.
oit que, par suite de l'opération, la quantité d'oxigène
ée par la périklase correspond presque exactement à la
tion d'oxigène nécessaire pour peroxider l'oxide ferreux
n dans ce minéral. L'analyse a été faite en attaquant la
se par l'eau régale. La dissolution acide a été saturée
oniaque : il s'est précipité de l'oxide ferrique contenant
un peu de magnésie. Le précipité, recueilli sur un filtre,
vé avec soin : on l'a dissous ensuite dans l'acide acétique.
ieur acide a été évaporée à siccité ; le résidu, repris et
par une grande quantité d'eau froide, et la liqueur ex-
à la température de 100 degrés. L'oxide ferrique s'est
té : on l'a recueilli sur un filtre. La liqueur, légèrement
séparée de ce précipité, a été réunie à celle qui renfermait
eure partie de la magnésie.
ide ferrique a été redissous sur le filtre par l'acide chlor-
ue et précipité par l'ammoniaque ; après un lavage con-
e, on l'a séché, calciné et pesé.
iqueur magnésienne a été saturée de phosphate de soude,
nagnésie dosée à l'état de phosphate magnésique.
x analyses ont donné pour résultat :

1re *analyse, sur* 1gr,0105.

			en 10000e
Magnésie. . .	0,9485	=	0,9386
Oxide ferreux.	0,0604	=	0,0597
	1,0089		0,9983

2e *analyse, sur* 1gr,0735.

Magnésie. . .	1,0024	=	0,9338
Oxide ferreux.	0,0646	=	0,0601
	1,0670		0,9939

Mes précédentes analyses, exécutées en 1843, m'avaient indiqué dans la périklase une proportion de 0,0691, 0,0630 d'oxide ferreux. Ici la proportion de cet oxide est un peu moins forte. Cette petite différence peut dépendre des échantillons analysés, ou bien encore de la méthode que j'ai adoptée en dernier lieu pour séparer l'oxide de fer de la magnésie. Cette méthode me paraît, en effet, donner de bons résultats lorsqu'on veut séparer l'oxide de fer de la magnésie, de la chaux, des oxides de zinc, de manganèse et de nickel.

Les caractères remarquables de la périklase m'avaient fait conjecturer que cette substance constituait un nouvel oxide de magnésium. Les expériences que je viens de décrire renversent cette hypothèse. La manière dont le minéral se comporte sous l'influence de l'hydrogène d'abord, puis de l'oxigène à une haute température, démontre en effet que son degré d'oxidation ne diffère pas de celui de la magnésie ordinaire. Elle fait voir également que le fer qui se rencontre dans une proportion à peu près constante sur les divers échantillons du minéral est bien réellement à l'état d'oxide ferreux ($\dot{F}e$). Cet oxide y entre-t-il comme matière colorante accidentelle, ou bien sa présence est-elle indispensable à la formation et à la cristallisation régulière de la périklase? Dans ce cas, la formule qui représenterait le mieux la composition de la périklase serait celle-ci :

$$24\,\dot{M}g + \dot{F}e$$

ou bien

$$(24\,Mg + Fe) + 25\,O.$$

Il paraît toutefois plus vraisemblable que la nature nous présente, dans la périklase, la magnésie native cristallisée, renfermant une petite quantité de protoxide de fer isomorphe, comme elle nous montre l'alumine dans le corindon, la silice dans le quartz, etc. On sait que les propriétés de chacune de ces substances offrent de notables différences, selon qu'on les observe à l'état amorphe ou à l'état cristallin.

J'ai exposé ci-dessus que la périklase se trouvait disséminée ans une masse calcaire. L'analyse de cette gangue m'a donné :

Carbonate de chaux. . .	0,8012.	Rapports 4 ?
Carbonate de magnésie. .	0,1669	1 ?
Matières siliceuses en grains.	0,0235	
	0,9916	

On sait que, dans la dolomie, le carbonate de chaux et le arbonate de magnésie offrent le rapport de 1 à 1. Ici le rapport e 1 à 4 entre les deux carbonates me paraît être purement acidentel. En effet, la masse calcaire n'est pas bien homogène ; n y observe, par places, de petites veines terreuses de carbonate de magnésie dont la proportion varie probablement selon es échantillons. Je ne crois pas non plus qu'il y ait un mélange le dolomie dans ce calcaire qui se laisse dissoudre à froid, avec ffervescence et complétement, dans l'acide acétique étendu. La lissolution ne serait que partielle si le calcaire contenait un nélange de dolomie. Les expériences de M. Fournet ont montré que cette dernière espèce est difficilement attaquable par l'acide cétique faible. On peut considérer ainsi la gangue de la périklase comme un carbonate de chaux mêlé d'une quantité variable le carbonate de magnésie.

Dolomie.

		en 10000e
1 at. $\dot{Ca}\,\ddot{C}$ =	63246 =	0,5418
1 at. $\dot{Mg}\,\ddot{C}$ =	53479 =	0,4582
	116725	1,0000

Calcaire, gangue de la périklase.

4 at. $\dot{Ca}\,\ddot{C}$ =	252984 =	0,8255
1 at. $\dot{Mg}\,\ddot{C}$ =	53479 =	0,1745
	306463	1,0000

M. Damour communique ensuite la notice suivante :

Nouvelles analyses de la saphirine, par M. A. Damour.

La saphirine du Groënland, substance minérale analysée pour la première fois par M. Stromeyer, et classée parmi les sili-

cates, est de toutes les espèces de cette nombreuse famille celle qui renferme le moins de silice (environ 14 ou 15 p. 100). Cette faible teneur en silice, constatée par un savant dont les travaux consciencieux jouissent d'une estime méritée, autoriserait aussi à assigner à la saphirine une place à part dans la classification des espèces. J'ai pensé qu'il ne serait pas sans intérêt d'examiner si la composition de cette substance se montrerait constante sur divers échantillons, et j'en ai fait de nouvelles analyses.

Les résultats qu'elles m'ont donnés concordent parfaitement avec ceux qui sont dus aux recherches de M. Stromeyer. Je n'aurais donc qu'à me féliciter de cet accord, et je me dispenserais d'exposer mes analyses, si je ne voyais ici quelque utilité à montrer l'application d'une méthode déjà recommandée par M. H. Rose pour décomposer les aluminates, et qui me paraît également convenir pour l'attaque de certains silicates qui résistent à l'action des acides.

La saphirine, séparée avec soin des matières qui lui sont associées, a été pulvérisée dans un mortier d'acier : la poudre a été mise en digestion dans l'acide chlorhydrique pour dissoudre le fer enlevé au mortier, puis lavée avec soin, chauffée au rouge et pesée.

Cette poudre a été introduite dans un creuset de platine avec douze fois son poids de bisulfate de potasse récemment fondu. Le creuset a été chauffé progressivement jusqu'au rouge cerise; on a eu soin de remuer la masse fondue avec une tige de platine pour favoriser la décomposition du minéral. L'opération a duré environ une demi-heure. On a laissé refroidir la matière, puis on l'a traitée par une grande quantité d'eau chaude. Le sel acide s'est facilement dissous ; la liqueur a laissé déposer lentement de la silice en petite quantité et à l'état de poudre très divisée.

On a décanté la liqueur acide devenue très claire; on a recueilli la silice sur un filtre. Cette silice, après avoir été calcinée et pesée, étant soumise à l'action d'une lessive de carbonate de soude, s'est dissoute, à quelques milligrammes près.

On a ajouté un peu de chlorate de potasse à la liqueur acide séparée de la silice ; on l'a ensuite saturée par l'ammoniaque. Il s'est précipité de l'alumine contenant une quantité notable de magnésie et un peu d'oxide ferrique. Cette alumine impure a été recueillie sur un filtre, lavée et mise à part.

La liqueur, séparée de l'alumine, renfermait la majeure partie de la magnésie contenue dans le minéral. Cette terre a été

écipitée par le phosphate de soude et dosée à l'état de phos-
ate magnésique.

Le précipité d'alumine impure a été traité par une dissolu-
on bouillante de potasse caustique : l'alumine s'est dissoute. Il
t resté un faible résidu d'oxide ferrique et de magnésie qu'on
lavé. Ce résidu a été dissous dans l'acide acétique et la liqueur
ide évaporée à siccité. Le résidu de l'évaporation, traité par
e grande quantité d'eau, s'est dissous. On a fait bouillir la
ueur : l'oxide ferrique s'est précipité; son poids a servi à éva-
er la proportion d'acide ferreux contenue dans le minéral. La
tite quantité de magnésie restée dissoute dans la liqueur acide
été précipitée par l'ammoniaque et le phosphate de soude ;
n poids a été réuni à celui de la magnésie obtenue précédem-
ent.

La dissolution de potasse contenant l'alumine a été sursaturée
acide chlorhydrique et précipitée par l'ammoniaque. L'alumine
otenue après un lavage convenable prenait une belle couleur
leue lorsqu'on la faisait rougir avec du nitrate de cobalt. En
traitant par différents réactifs, je n'ai pas trouvé qu'elle
nfermât de la glucine.

Deux analyses m'ont donné :

	(1re)	(2e)	(Moyenne.)	Oxigène.	Rap.
ilice. . . .	0,1488	0,1484	0,1486	0,0771	1
lumine. . .	0,6331	0,6320	0,6325	0,2954	4
lagnésie. . .	0,1906	0,1950	0,1928	0,0746	1
xide ferreux.	0,0209	0,0190	0,0199		
	0,9934	0,9944	0,9938		

Ces résultats, ainsi que je l'ai annoncé, concordent bien avec
eux qui sont dus à M. Stromeyer; ils peuvent s'exprimer par
a formule :

$$3\dot{M}g + 4\dddot{A}l + \dddot{S}i$$

L'oxide de fer contenu dans le minéral me paraît y jouer le
rôle de matière colorante accidentelle.

La saphirine semblerait ainsi former un intermédiaire entre
es silicates et les aluminates; on ne peut guère supposer un
mélange mécanique de plusieurs espèces dans cette substance,
ui se montre en lames cristallines, transparentes, vitreuses
ans la cassure; jusqu'à présent je n'ai pu l'observer en cristaux
réguliers. Sa dureté est un peu supérieure à celle du quartz. J'ai

trouvé sa densité égale à 3,473. Elle est infusible au chalumeau.

Elle est associée à du mica en petites lames et à une substance jaune verdâtre, quelquefois vert émeraude, fusible au chalumeau, inattaquable par les acides, et qui offre les clivages de l'amphibole. J'ai trouvé sa densité égale à 3,080. Un essai m'a indiqué que cette dernière substance est essentiellement formée de silice, de magnésie, et d'une petite quantité de chaux et d'alumine. C'est probablement une trémolite très riche en magnésie.

Ainsi que je l'ai dit plus haut, l'emploi du bisulfate de potasse a été recommandé par M. H. Rose pour décomposer les aluminates, les tantalates, les chromates, les titanates et les tungstates; j'ai reconnu que ce sel peut être employé avec succès pour attaquer non seulement la saphirine, mais aussi le disthène, la sillimanite, la staurotide, l'andalousite, et il est probable que son action serait la même sur beaucoup d'autres silicates.

M. Le Blanc ayant fait remarquer que la chaux hydraulique renferme aussi peu de silice que la saphirine, M. Damour répond que la chaux hydraulique n'est qu'un mélange de deux espèces minérales distinctes, la chaux et la silice, tandis que la saphirine est un composé défini, un minéral homogène véritable.

M. Ch. Martins lit, au nom de M. A. Favre, professeur de géologie à Genève, une note sur l'origine des dolomies du Tyrol (1).

Cette note a pour objet des observations géologiques combinées avec une expérience que M. le professeur Marignac a bien voulu faire. Les réflexions sur l'origine de la dolomie que je désire soumettre à l'attention de la Société sont basées sur les recherches de M. Haidinger et sur l'expérience de M. Marignac. Voici cette expérience : M. Marignac a placé dans un fort tube de verre du carbonate de chaux et une dissolution de *chlorure de magnésium ;* il l'a fermé après en avoir chassé l'air; il l'a chauffé pendant six heures à 200° centigrades, et il a obtenu

(1) L'extrait de cette note inséré dans les *Comptes rendus* du 12 mars 1849 en altère profondément le sens. Le mémoire original a été inséré dans les *Archives de la bibliothèque universelle de Genève* t. X, p. 177. Mars 1849.

non seulement une dolomie, mais un carbonate double de chaux et de magnésie, contenant une plus grande quantité de cette substance que la vraie dolomie, ce qui se trouve fréquemment dans la nature. Il a refait la même expérience, mais il n'a chauffé que pendant deux heures, et n'a obtenu qu'un calcaire peu magnésifère, ce qui montre que le chlorure de magnésium peut former de la dolomie dans certaines circonstances; que le temps est une des circonstances importantes pour la formation de cette roche, car c'est de la longueur du temps qu'a dépendu dans l'expérience la formation du calcaire magnésien et du calcaire *surdolomitique*.

D'après cette expérience et celle de M. Haidinger, que faut-il donc pour former de la dolomie? Il faut : 1° du calcaire; 2° du sulfate de magnésie et du chlorure de magnésium; 3° une température de 200° centigrades; 4° une pression de 15 atmosphères. Je crois que ces circonstances ont dû se rencontrer dans les localités où se trouvent aujourd'hui les chaînes dolomitiques du Tyrol. Je veux, avant de rechercher la présence de ces circonstances, indiquer quelques observations que j'ai eu l'occasion de faire l'été dernier. Quelques auteurs soutiennent que les éruptions de mélaphyres ont eu lieu jusque dans l'époque tertiaire : c'est possible; mais cette roche avait commencé à faire éruption avant le dépôt des dolomies, en même temps peut-être que se déposait le muschelkalk. La superposition des dolomies aux mélaphyres se voit dans beaucoup de localités, au ravin de Pufl, au Sâlat-Spitz, au Langkogl, et les roches pyroxéniques ont même fourni des éléments aux roches de muschelkalk, comme cela se voit près de Saint-Cassian, au col de Colfosco, etc. Il faut ajouter à cela que les éruptions étaient sous-marines, car on voit à la Seisser-Alp que le conglomérat pyroxénique est stratifié, et contient une grande quantité de cailloux roulés. On voit au Molignon, à la partie inférieure des masses dolomitiques, des dolomies qui alternent avec ce tuf pyroxénique. J'ai compté plus de dix couches de calcaire magnésien alternant avec autant de couches de tuf pyroxénique. Ainsi donc les éruptions de mélaphyre sont antérieures à la formation de la dolomie, et ont été sous-marines.

Maintenant recherchons si les circonstances qui président à la formation des dolomies se sont rencontrées dans ces mers.

1° *Le calcaire*. Personne n'a jamais nié qu'il n'y en eût dans l'emplacement où sont maintenant les grandes montagnes dolomitiques; d'ailleurs les beaux polypiers que j'ai vus dans cette

roche, à la Seisser-Alp, associés avec des Encrines et des Huîtres, le prouveraient suffisamment.

2° *Du sulfate de magnésie et du chlorure de magnésium.* Ces deux sels se trouvent naturellement dans les eaux marines; mais ils ont eu encore une autre origine, qui les rendait plus abondants qu'ils ne le sont dans les mers actuelles. En effet, l'acide sulfureux et l'acide chlorhydrique se dégagent en grande abondance durant les éruptions volcaniques, et ils ont dû accompagner les éruptions de mélaphyre. Ils se sont dissous dans l'eau de la mer, et comme les roches rejetées étaient riches en magnésie, ils ont formé avec elles des sels de magnésie, c'est-à-dire du sulfate de magnésie (soluble dans 20 parties d'eau froide et dans beaucoup moins d'eau bouillante, d'après Berzélius), qui se rencontre dans le voisinage des volcans actuels, et passe promptement à l'état de sulfate de magnésie par l'action de l'air (Thénard) et du chlorure de magnésium.

3° *Une température de* 200° *centigrades.* Cette température a certainement dû exister à une certaine profondeur dans une mer où il y avait des éruptions sous-marines.

4° *Une pression de* 15 *atmosphères.* Cette condition se trouve déjà remplie par une mer dont la profondeur n'est pas de 150 à 200 mètres. Il est évident que la mer où se déposaient les grandes masses dolomitiques du Tyrol était plus profonde. Voilà donc toutes les conditions exigées pour la formation de la dolomie qui ont dû se rencontrer dans la nature sans rien d'extraordinaire.

Mais il faut tenir compte du caractère particulier que présente la dolomie d'être poreuse, caverneuse, ce qui, d'après MM. Élie de Beaumont et Morlot, paraît être dû au remplacement de la chaux par la magnésie. Ceci indique que cette roche a été altérée depuis sa formation, sans cela elle serait compacte. Je dirai d'abord que l'on trouve des dolomies compactes dans la plupart des terrains stratifiés, ce qui indique par conséquent qu'une certaine classe de ces roches se sont déposées à l'état de dolomie de prime abord. Quant aux dolomies tyroliennes, qui sont caverneuses dans toute leur énorme masse, il ne faut pas se représenter que les couches qui les forment aient été déposées à l'état de calcaire, puis qu'elles ont été changées en dolomie, à une époque plus ou moins éloignée du temps de leur dépôt. Il n'est pas probable non plus, comme je l'ai dit, qu'elles se soient déposées à l'état de dolomie, car elles seraient compactes; mais on peut entrevoir un intermédiaire entre ces deux modes

de formation, et admettre qu'au fur et à mesure que le calcaire se précipitait en forme plus ou moins pulvérulente, il était changé en dolomie, et cette espèce de métamorphisme du calcaire, pour ainsi dire naissant, explique bien la *cavernosité* des dolomies et laisse comprendre leur stratification.

Dans ces mers, les coquilles et les coraux vivaient à une petite profondeur au-dessus de la surface de l'eau; ils sécrétaient le calcaire, qui n'était changé en dolomie que lorsqu'il avait atteint une certaine profondeur, c'est-à-dire une certaine pression. Les matières salines pouvaient être plus abondantes dans ces mers, sans que la vie organique fût détruite, d'après l'observation de M. de Verneuil. (*Mém. de la Soc. géologique de France*, t. III, p. 9.) Voilà pourquoi l'on trouve des fossiles dans la dolomie, et pourquoi leur test est dolomitique.

L'observation générale qui a été, si je ne me trompe, la source de toutes les théories sur la dolomie, est que ces roches sont, jusqu'à un certain point, rapprochées des éruptions du porphyre pyroxénique, sans cependant être complétement liées avec elles. On comprend bien ce fait, d'après la théorie ci-dessus, parce que la mer dans laquelle se faisaient les éruptions sous-marines s'étendait à une grande distance, mais cependant les sédiments dolimitiques devaient se faire avec plus d'activité dans le voisinage des centres d'éruptions. On peut expliquer pourquoi la chaîne secondaire située sur le versant nord de la chaîne centrale du Tyrol est aussi dolomitique sans qu'on y voie de porphyre. En effet, à l'époque où se déposait la dolomie, la chaîne centrale n'était pas soulevée, et les terrains qui plus tard devaient former les chaînes secondaires du Tyrol se déposaient dans une même mer.

Dans la décomposition du sulfate de magnésie par le carbonate de chaux, il a dû résulter du sulfate de chaux, mais cette réaction se faisant à chaud, il a dû se déposer à l'état *anhydre* (d'après M. Forbes; lettre de M. Morlot). Voilà l'origine des anhydrites qui, d'après M. de Charpentier ont formé les gypses des Alpes. La présence de cette roche montre donc que l'acide sulfureux a pris part à la formation de la dolomie.

Cette théorie explique, à mon avis, les deux gisements de la dolomie. Les unes, celles de Pynl, se trouvent stratifiées régulièrement : c'est une formation de sédiments régulière, comme je l'ai dit, semblable à celle du calcaire, qui ne peut être plus compliquée. Les autres dolomies sont cristallines, saccharoïdes (au Saint-Gothard, au Pfitsch Joch); elles ont un gisement qui

correspond à celui du calcaire saccharoïde; elles ont éprouvé un métamorphisme semblable à celui de cette roche. Et comme le dit M. Fournet en parlant de la prédazzite (*Annales de Lyon*, t. IV, p. 12), nous affirmons qu'il ne faut pas voir dans la dolomie saccharoïde un effet quelconque de cémentation magnésienne, mais bien la simple fusion d'un calcaire déjà magnésifère.

M. Coquand regarde comme inadmissible l'hypothèse imaginée par M. Favre pour expliquer la formation des dolomies du Tyrol; l'éruption de masses relativement aussi peu considérables que le sont les mélaphyres du Tyrol n'aurait pu produire une chaleur suffisante pour élever à 200° la température de la mer, ce qui d'ailleurs en aurait détruit tous les animaux; tandis que l'hypothèse, qui consiste à admettre l'arrivée de sources chargées de carbonate de magnésie suffit pour expliquer la formation de dolomies sédimentaires.

M. Coquand considère comme sédimentaires la plus grande partie des dolomies, quoiqu'il reconnaisse plusieurs exemples de dolomies métamorphiques. Ainsi, en Toscane, au contact des serpentines, l'albérèse est transformé en dolomie, et le passage est insensible entre les dolomies et les *calcaires compactes* (albérèse).

M. Boubée reconnaît aussi l'existence de deux genres de dolomies : les premières, généralement compactes, sont certainement sédimentaires; les secondes, caverneuses, sont au contraire métamorphiques. Ainsi les ophites, dans les Pyrénées, ont métamorphisé les calcaires en les transformant en dolomies caverneuses.

M. Delesse fait remarquer relativement aux observations présentées par MM. Coquand et Martins, que dans le Jura on trouve des dolomies en couches bien réglées à la partie supérieure des terrains jurassiques, ainsi que dans le terrain néocomien; ce qui n'empêche pas cependant qu'il ne soit possible d'attribuer à ces dolomies une origine métamorphique, ainsi que M. Élie de Beaumont l'admet dans ses cours.

Il ajoute toutefois que l'état grenu et cristallin que prennent quelquefois les calcaires, lorsqu'ils sont au contact de certaines roches, a souvent induit en erreur les géologues les plus éminents,

qui les ont considérés à tort comme des dolomies. Il cite comme exemple le calcaire marbre de Wackenbach (Vosges), qui est grenu et cristallin au contact des filons de *minette*, mais qui n'a aucunement été dolomitisé par la *minette*; car M. Delesse a constaté par plusieurs analyses qu'il ne contient que des traces de magnésie.

M. Michelin annonce à la Société que, d'après ses conversations avec M. Bronn, et le Mémoire de M. Klipstein, il pense qu'il faudrait rapporter à la période jurassique le célèbre gisement de Saint-Cassian.

Puis il fait remarquer qu'en effet on trouve parmi les fossiles de Saint-Cassian un assez grand nombre d'espèces de pointes de Cidaris, regardées comme jurassiques par M. Agassiz, et en outre beaucoup de polypiers, tandis qu'à l'époque du muschelkalk, à laquelle ce gisement était rapporté par plusieurs géologues, les polypiers sont fort rares, et se réduisent jusqu'à présent à deux ou trois échantillons dans les collections de l'Europe.

M. Bayle, par suite de la communication précédente, fait remarquer que la faune de Saint-Cassian ne se compose pas seulement des Cidaris et des polypiers dont vient de parler M. Michelin.

Cette faune, en effet, présente des caractères paléontologiques fort remarquables, qui lui impriment un cachet particulier, et en rendent l'étude très importante au point de vue de la paléontologie générale.

Si l'on examine ce qui constitue l'ensemble de cette faune, on trouve une série de genres et d'espèces qui lui donnent une physionomie semi-paléozoïque, semi-jurassique, tout en étant propre à ce dépôt.

On y a découvert, en effet, quelques poissons, *Gyrolepis*, *Hybodus*, etc.

Puis un grand nombre d'espèces de céphalopodes distribuées dans les genres *Goniatites*, *Cératites* et *Ammonites*, enfin des *Orthocères*; un grand nombre de gastéropodes, parmi lesquels il faut noter les genres *Bellérophon* et *Porcellia*; les acéphalés y montrent des *Nucules*, des *Trigonies* appartenant au sous-genre *Myophoria*, qui est spécial au muschelkalk, et une foule d'autres

espèces; les brachiopodes sont représentés par plusieurs *Térébratules*, des *Spirifer* et le *Productus Leonhardi*, Wisseman.

Enfin on y trouve des crinoïdes, notamment l'*Encrinus liliiformis*, et beaucoup de *Cidaris* et de *polypiers*.

Tous ces fossiles proviennent, dans la vallée de Saint-Cassian, d'un grand escarpement de calcaires marneux, surmontés par un second escarpement de dolomies ayant 3,000 pieds d'épaisseur, et la base de ces couches, dans la vallée, repose sur un calcaire dans lequel on a trouvé l'*Ammonites nodosus*, si caractéristique du muschelkalk. Or, comme les dolomies qui recouvrent les marnes à fossiles, d'après leur rapport avec l'ensemble des formations environnantes, sont jurassiques, il en résulte que les couches fossilifères occupent une position qui serait celle des marnes irisées, si l'on admettait que la formation du trias fût complète en ce point.

M. Bayle ne pense pas qu'on puisse se refuser à admettre une semblable hypothèse; car, en effet, il n'y a que deux partis à prendre relativement à cette faune remarquable.

Ou bien on la séparera en deux faunes correspondant à deux périodes géologiques, ou bien on la considérera comme formant la faune d'une même époque.

Or, dans le premier cas, après avoir enlevé les Oursins et les Polypiers, qui sont, pour la plupart, très analogues à des espèces jurassiques, il faudra bien assigner une place dans la série géologique aux couches qui contiendraient le reste de la faune; mais les *Orthocères*, les *Goniatites*, les *Spirifer* et *Productus* qu'on y trouve sont des espèces particulières qui ne se rencontrent ni dans les formations carbonifères et dévoniennes, ni dans le muschelkalk proprement dit: ces couches constitueraient donc un nouveau terrain.

Mais si, au contraire, on admet que toutes les espèces de Saint-Cassian constituent une faune particulière, indépendante, les caractères offerts par le mélange même des genres qu'on y trouve conduiront naturellement à retrouver dans cette formation la faune qui rétablira la continuité entre celle des terrains paléozoïques et celle des terrains jurassiques.

Je considère, ainsi que M. Élie de Beaumont l'a établi depuis longtemps dans ses leçons du collége de France, les couches de

Saint-Cassian comme représentant le point fossilifère, connu jusqu'à présent, de la formation des marnes irisées.

M. Michelin ne pense pas qu'il soit possible d'admettre un mélange de fossiles semblables à celui de Saint-Cassian comme pouvant exister dans un même terrain; il dit que certains paléontologistes parlent à chaque instant de mélanges d'espèces, et qu'il voudrait bien qu'on en citât au moins un exemple qui fût incontestable.

M. Bayle répond à M. Michelin qu'il y a aujourd'hui deux écoles de paléontologistes. Dans la première, on admet que chaque terrain, et souvent même chaque subdivision d'un terrain, possède une faune particulière qui ne renferme aucune espèce appartenant soit au terrain inférieur, soit au supérieur, école dans laquelle on arrange un peu trop souvent peut-être les espèces en vue de cette théorie.

Dans la seconde, au contraire, on pense qu'un fossile est avant tout un être organisé; et c'est avec les seules lumières de la zoologie qu'on détermine les espèces, se réservant, après détermination, à les laisser dans les couches de terrain où les géologues les ont trouvées. Or, c'est dans cette dernière école qu'on admet l'existence d'espèces identiques dans plusieurs formations distinctes.

C'est ainsi que MM. de Verneuil, de Koninck, qui ont étudié avec tant de soin les fossiles des formations paléozoïques, reconnaissent l'existence simultanée d'un certain nombre d'espèces de brachiopodes dans les systèmes silurien et dévonien.

C'est ainsi que j'admets que l'*Ammonites tetricus*, Pusch, se trouve dans le lias supérieur à Digne, l'oolithe ferrugineuse aux Moutiers (Calvados), l'Oxford-clay à Rians, aux Voirons, aux Vaches-Noires et dans le terrain néocomien de Castellane; que l'*Ammonites heterophyllus* est dans le lias supérieur à Digne, dans l'oxfordien à Rians, et le néocomien à Lioux (Basses-Alpes), et le gault à Clar (Var), bien qu'il ait reçu les noms de *Thetys*, *Velledæ*, etc., suivant les divers gisements que je viens d'indiquer; que l'*Ammonites tripartitus*, Raspail, est dans le lias supérieur à Digne, l'oolithe inférieure aux Moutiers, l'Oxford-clay à Chaudon; qu'enfin l'*Ammonites infundibulum* est dans le terrain oxfordien à Chaudon, et le terrain néocomien à Barême.

Si l'on prend d'autres genres, tels que les Trigonies, les Limes, les Térébratules, on y trouve encore plusieurs exemples d'espèces existant en même temps dans plusieurs formations.

M. Bayle pense que des exemples analogues à ceux qu'il vient de citer s'offriront encore aux yeux des zoologistes, et il est convaincu qu'il suffit que plusieurs aient été irrévocablement constatés pour que les paléontologistes en fassent connaître beaucoup d'autres inaperçus jusqu'alors.

Séance du 19 *mars* 1849.

PRÉSIDENCE DE M. D'ARCHIAC.

M. Bayle, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Deshayes, *Traité élémentaire de conchyliologie, avec l'application de cette science à la géognosie;* texte, tome I, 2e partie; feuilles 20 à 31; atlas, planches 8 *bis*, 12 *bis*, 54, 59, 73 *bis*, 73 *ter*.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences; 1849, 1er semestre, t. XXVIII, nos 10 et 11.

L'Institut; 1849, nos 792 et 793.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée; no 6, février 1849.

Précis analytique des travaux de l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Rouen, pendant l'année 1848.

The Athenæum, 1849, nos 1115 et 1116.

Neues Jahrbuch, etc. (Nouvel Annuaire de minéralogie, de géognosie et de géologie, de MM. Léonhard et Bronn); année 1848, 5e et 6e cahier.

Beitrage, etc. (Documents pour l'histoire, la statistique et la description de l'exploitation métallurgique de la Saxe, par M. Freiesleben; publiés d'après les travaux qu'il a laissés, par M. C.-H. Müller. — Magasin oryctographique de Saxe); 4e cahier supplémentaire, 1848.

Magazin, etc. (Magasin cryctographique de Saxe. — Documents pour la science minéralogique de ce pays et pour l'histoire de ses minéraux, par M. Freiesleben; publiés d'après les travaux qu'il a laissés, par M. C.-H. Müller); 15e cahier, 1848.

The American Journal of science and arts, by Silliman; 2e sér., vol. V, no 15, mai 1848; vol. VI, no 17, septembre 1848.

M. le Président annonce à la Société la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. Hommaire de Hell; il invite, au nom de la Société, M. de La Roquette à faire une notice sur ce géologue.

M. le trésorier présente le budget des recettes et des dépenses pour 1849, adopté par le conseil.

Le budget est également adopté par la Société.

dget des Recettes et des Dépenses pour 1849, présenté par M. Ruinart de Brimont, trésorier.

RECETTE.

ÉSIGNATION des ...itres de recette.	NUMÉROS DES ARTICLES	NATURE DES RECETTES.	RECETTES prévues au budget de 1848.	RECETTES effectuées en 1848.	SOMMES admises pour 1849.
roduits ordinaires des receptions.	1	Cotisations. année courante.	11,000 »	6,930 »	7,500 »
	2	Cotisations. années précédentes.	1,500 »	990 »	2,500 »
	3	Cotisations. anticipées.	400 »	150 »	150 »
roduits extraord. des réceptions	4	Droit d'entrée et de diplôme.	500 »	380 »	380 »
	5	Cotisations une fois payées.	1 500 »	» »	300 »
Produits des publications.	6	Vente. du Bulletin	600 »	574 »	600 »
	7	Vente. de l'Histoire des progrès de la géologie.	500 »	612 »	600 »
	8	Vente. des Mémoires.	1,200 »	282 »	800 »
	9	Vente. de cartes coloriées.	50 »	17 50	25 »
ecettes diverses.	10	Arrérages de rentes sur l'État.	1,557 »	1,557 »	1,589 »
	11	Arrérages de fonds placés (bons du Trésor)	80 »	3,096 30	» »
	12	Allocation de M. le ministre de l'Instruction publique.	2,000 »	750 »	1,250 »
	13	Recettes imprévues.	50 »	» »	50 »
	14	Remboursement de frais de mandats.	25 »	6 »	25 »
	15	Recettes extraord. relatives au Bulletin.	600 »	200 »	» »
			21,562 »	15,594 80	15,769 »
...ide des comptes de 1848.	...	Reliquat en caisse au 31 décembre 1848.			1,526 40
		Total de la recette prévue pour 1849.			17,295 40

DÉPENSE.

DÉSIGNATION des chapitres de dépense.	NUMÉROS DES ARTICLES.	NATURE DES DÉPENSES.	DÉPENSES prévues au budget de 1848.	DÉPEN effect en 19
§ 1. Personnel.	1	Agent. { son traitement.	1,800 »	1,80
	2	Agent. { travaux auxiliaires..	300 »	30
	3	Garçon de bureau. { ses gages.	800 »	80
	4	Garçon de bureau. { gratifications . . .	100 »	10
§ 2. Frais de logement.	5	Loyer, contributions, assurances . . .	1,270 »	1,29
	6	Chauffage et éclairage.	400 »	42
§ 3. Frais de bureau. .	7	Dépenses diverses..	300 »	19
	8	Ports de lettres.	300 »	16
	9	Impressions d'avis, circulaires, etc. . .	200 »	6
§ 4. Encaissement. . .	10	Change et retour de mandats.	250 »	147
§ 5. Matériel	11	Mobilier	100 »	»
	12	Bibliothèque.	600 »	24
	13	Collections.	50 »	1
§ 6. Publications. . . .	14	Bulletin . . { texte et planches.	6,500 »	4,97
	15	Bulletin . . { port	1,400 »	934
	16	Histoire des progrès de la géologie. . .	4,500 »	1,614
	17	Mémoires . { achat d'exemplaires . . .	2,500 »	1,500
	18	Mémoires . { dépenses supplémentaires.	150 »	»
	19	Mémoires . { menus frais et coloriage de cartes.	50 »	1
§ 7. Placement de capitaux	20	Achats de rentes sur l'État (placement des cotisations à vie).	1,500 »	493
§ 8. Dépenses imprévues.	21	Avances remboursables.	100 »	2
			23,170 »	15,08

RÉSULTAT GÉNÉRAL.

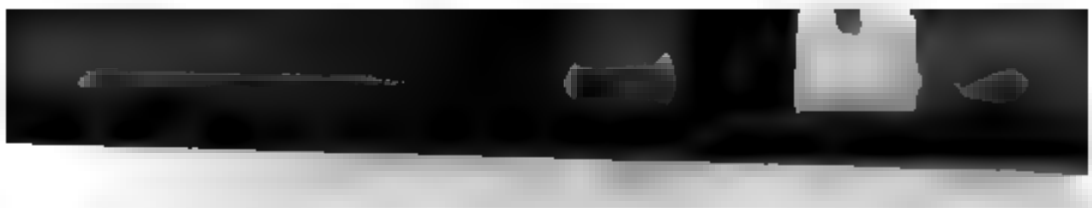
La recette présumée étant de. . . . . 17,295 fr
La dépense présumée s'élevant à. 17,170

L'excédant de la recette sur la dépense est de 125 fr

M. Coquand donne lecture de la notice suivante :

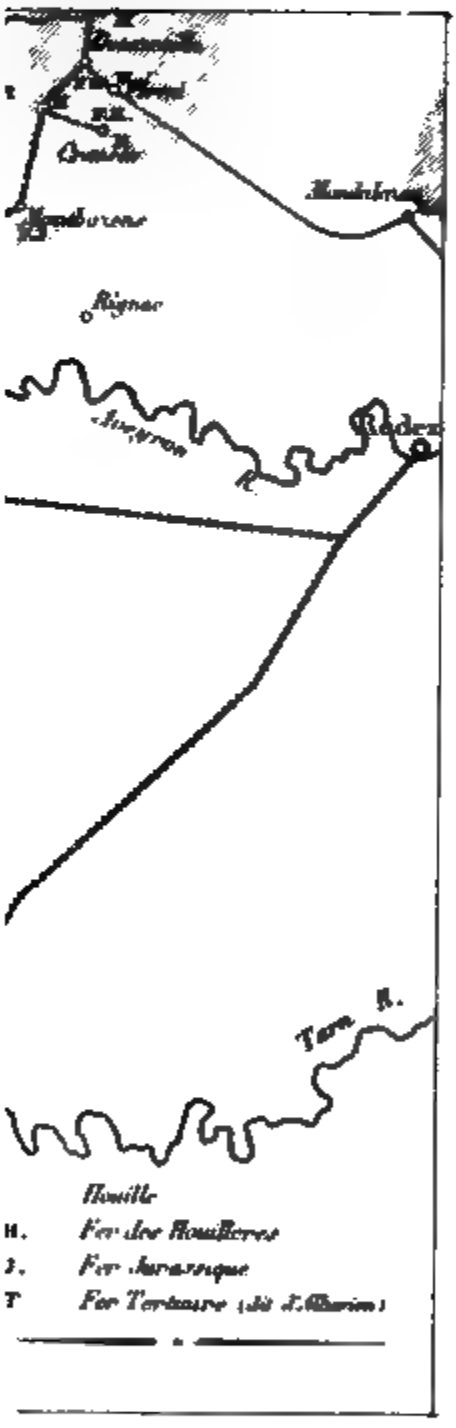
Note sur les minerais de fer des départements de l'A du Lot, de Lot-et-Garonne, du Tarn, de Tarn ronne et de la Charente-Inférieure, par H. Coquand, ès sciences, etc.

Le développement extraordinaire imprimé depuis années à l'industrie minérale du bassin d'Aubin, ains établissements nouveaux que l'on fonde en ce momen Cransac, au centre même des concessions houillères, se ravel et à Funiel, sur les bords du Lot, témoigne suffis de la part de ceux qui y ont engagé leurs capitaux, une c



2e Série. T. VI. Pl. III. Pag.

Aurillac



Milhau

Montpellier

Beziers

ns l'avenir réservé à ces richesses souterraines que leur appré-
ation justifie pleinement. Quelles espérances légitimes, en effet,
est-on point en droit de fonder sur des amas de combustibles
ssiles accumulés sur plusieurs points des bassins d'Aubin en
uches et en bancs qui affleurent souvent à la surface avec une
issance de 30 à 40 mètres et se laissent exploiter à ciel ouvert.
pendant, malgré l'activité dont la fabrication des rails a animé
s forges de Decazeville et à laquelle elles doivent leur pros-
rité, on s'abuserait étrangement, si l'on supposait que cette
ospérité, pour s'accroître ou se maintenir à son niveau actuel,
n qu'à mettre en jeu les éléments existants. Les produits fa-
iqués ne franchissent les vallées du Lot et de l'Aveyron qu'a-
ès avoir supporté jusqu'à Montauban ou à Cahors, et à travers
s routes très difficiles, les charges d'un transport exorbitant.
s houilles ne peuvent se hasarder jusqu'à Villefranche qu'à
condition d'être livrées à vil prix sur les carrés des mines.
rce est donc de les consommer sur place, en traitant tous les
nerais de fer qui se trouvent disséminés dans le voisinage des
its d'extraction. Or, les minerais empruntés en grande partie
x terrains houillers et aux terrains jurassiques donnent des
ites communes, au point que, lorsque les grandes lignes des
emins de fer seront achevées en France et approvisionnées
ne quantité suffisante de rails, il y a lieu de se demander
es usines d'Aubin ne seront point atteintes dans les sources
mes de leur vitalité, et si elles pourront lutter avec un égal
heur contre des difficultés surmontées courageusement jus-
ici.

L'administration supérieure, dans l'intention de conjurer une
astrophe quelque éloignée qu'elle puisse paraître, a tenté de
ndre le Lot navigable à partir de Livignac, village situé en face
ème des mines de Bouquiès, en présentant ainsi aux houilles
aux fontes du bassin d'Aubin un débouché facile jusqu'à Bor-
aux. C'est sur la foi du programme et dans la prévision de
te canalisation possible à un intervalle très rapproché, que
société de Bouquiès a construit à Fumel deux hauts fourneaux
ur traiter au coke les excellents minerais de fer hydraté de
demance, et que la compagnie d'Aubin a pareillement élevé
Duravel un haut fourneau roulant au charbon de bois, afin
améliorer par de bonnes fontes les fontes que les six hauts
urneaux qu'elle possède à Cransac obtiennent des minerais ju-
ssiques de Mondalazac. Malheureusement les résultats réalisés
squ'ici ont trahi les espérances que l'on fondait sur l'ensemble

des travaux destinés à vaincre les difficultés du fleuve, et, malgré la confiance avouée par l'administration, l'examen des chantiers et des lieux ne permet pas d'adopter dans leur entier les conclusions des rapports officiels. Il suffira d'énoncer que, dans l'année 1847-8, les bateaux amarrés à Livignac n'ont pu, pendant dix mois, arriver jusqu'à Fumel, et que la société houillère de Bouquiès, qui y construisait ses fourneaux, a été obligée de s'approvisionner de charbon à Bordeaux pour la fabrication de sa chaux.

Dans cet état de choses, l'avenir du bassin d'Aubin et les ressources minérales immenses qu'il renferme doivent-ils être livrés aux incertitudes de la navigation capricieuse du Lot et à la merci de la première écluse dérangée? Ses produits n'ont-ils pas le droit de s'imposer sur les marchés de Bordeaux, de Toulouse et de Montauban, et de s'écouler, suivant les besoins de l'industrie, soit vers l'Océan, soit vers la Méditerranée? Ne doivent-ils pas vivifier les gisements de minerais de fer des *causses* de l'Aveyron et les filons de plomb, de cuivre et d'argent qui sillonnent dans tous les sens la bande primitive de Villefranche à Najac? Il n'y a qu'à jeter les yeux sur la position géographique du bassin d'Aubin par rapport au canal du Midi et au canal latéral par lequel le Tarn est relié à la Garonne, pour se convaincre qu'un chemin de fer qui joindrait Aubin et Montauban, en suivant à peu près le cours de l'Aveyron, permettrait non seulement à un des premiers bassins houillers de la France, laissé dans l'oubli le plus inconcevable, de prendre tout le développement que comportent les conditions de son exploitation, mais encore assurerait, en en diminuant les frais de transport des deux tiers, le placement immédiat des fers et des fontes que les nombreuses usines de Decazeville et d'Aubin peuvent livrer au commerce. Montauban, à son tour, deviendrait l'entrepôt des vins, des farines, des marchandises coloniales et des denrées de première nécessité que les populations du Cantal et du plateau central réclament aux départements méridionaux. Ce mouvement, dont le chiffre suivrait successivement une progression ascendante, s'augmenterait de celui des voyageurs que déplacent les affaires, et l'on verrait alors s'il n'eût pas été plus rationnel de demander immédiatement à une ligne de chemin de fer d'Aubin à Montauban les services que l'on a l'intention de réclamer du Lot, mais dont l'économie des eaux de cette rivière et l'assiette de certains travaux d'art rendent la réalisation plus que problématique. Ajoutons que les localités fournissant presque sur place les élé-

ents principaux de construction, tels que bois, traverses, rails et erres d'appareil, il devient possible de réduire les dépenses un taux comparativement très bas. Enfin, et c'est peut-être considération que nous aurions dû faire figurer en première ;ne, le gouvernement, dans les circonstances nouvelles que i a créées la révolution, ne peut pas ne point se préoccuper l'avenir d'un bassin dont les ressources intéressent à un si ut degré, outre l'industrie métallurgique et agricole, le ser-ce de la marine à vapeur. Il ne voudra point, s'endormant ns une confiance aveugle, attendre que des complications po-iques le prennent au dépourvu et fassent peser sur le pays les nséquences funestes d'une négligence trop longtemps pro-ngée. Comment ne pas déplorer cet état de choses, quand on it les forges de Bruniquel condamnées à succomber par épuisement ou la cherté du combustible, les hauts fourneaux Duravel et de Fumel construits en vue de la navigation per-anente du Lot, menacés d'une paralysie générale avant même avoir fonctionné, et les nombreux dépôts de fer disséminés ns les *causses* frappés d'improduction, en face et dans le voi-nage même des houilles destinées à les mettre en valeur.

Les idées que je viens de présenter m'ont été inspirées par s études que j'ai faites des terrains de la France centrale, dans courant de l'année 1848, à la suite de la mission dont m'avait argé M. de Seraincourt. L'objet de ce premier travail est de ter l'attention sur l'importance des minerais de fer des vallées Lot et de l'Aveyron et sur les circonstances géologiques de ur gisement.

Les minerais dont s'alimentent les hauts fourneaux de Deca-ville, de Firmy, d'Aubin, de Fumel, de Duravel, de Bruniquel, les forges catalanes de la vallée de l'Alemance appartiennent trois catégories distinctes qui correspondent chacune à une écialité de gisement dont la composition et la nature particu-ères se prêtent à la production de fers et de fontes de qualités iverses. Envisagées sous le double point de vue scientifique et dustriel, ces catégories se réfèrent aux gîtes des minerais du rrain houiller, aux minerais oolithiques subordonnés à la for-ation jurassique et occupant une position déterminée dans un u plusieurs de ses étages, enfin aux gîtes des minerais pisolithi-ques ou en grains, désignés improprement sous le nom de fers *l'alluvion*.

Il existe bien dans les schistes cristallins de la berge gauche de l'Aveyron, et notamment dans les environs de Rodez, entre

Monastere et Combelles, des indices de fer oligiste et de fer oxidulé compacte, sur lesquels on a pratiqué quelques recherches; mais sans préjuger l'importance dont des travaux ultérieurs pourront un jour doter ces filons, il est convenable de ne les citer que pour mémoire et comme complément d'une description monographique. Il en sera de même pour la roche particulière de Combenegre, dans les environs de Villefranche, subordonnée aux micaschistes, et dans laquelle le mica est remplacé par le fer oxidulé magnétique. Il n'y aurait peut-être à relever de cette déchéance industrielle que les filons de carbonate de fer et de magnésie (sidérose) que l'on observe dans les environs de Cantaloube, et qui, dans l'hypothèse de la création de hauts fourneaux dans les environs de Villefranche, y arriveraient presque sans frais et comme fondants et comme minerais, avec une teneur moyenne en fer de 10 pour 100.

§ 1. *Minerais de carbonate de fer.*

Ce sont les minerais que consomment en grande partie les fourneaux de Decazeville : on les trouve en bancs feuilletés ou bien en couches interrompues, alternant avec des psammites ou des argiles noirâtres. Aussi ils sont souillés de beaucoup de matières impures : mais leur voisinage des houilles et la facilité de leur extraction rachètent, en partie du moins, ces inconvénients pour la fabrication des fers et des fontes de qualité inférieure.

Entre Cransac et Aubin, on a exploité un gisement de cette substance qu'il est bien difficile de distinguer au premier aspect des schistes encaissants que l'on retrouve à divers niveaux dans la formation houillère de cette contrée. Le fer carbonaté y alterne en effet avec des psammites, et partage si bien leur structure feuilletée, que ce n'est guère qu'en menus fragments que le pic le détache de la masse. Les procédés du grillage sont simples : ils consistent à enflammer les principes bitumineux dont les minerais sont imprégnés. Cette combustion, dont leur composition spéciale fait tous les frais, s'opère en plein vent et laisse pour résidu du fer carbonaté rougi par un commencement de peroxidation et pénétré de particules terreuses dont on le débarrasse par une addition de castine.

Ce minerai impur ainsi associé aux psammites constitue sur quelques points un système de couches de plusieurs mètres de puissance. C'est en rognons ovoïdes aplatis, disséminés dans une argile schisteuse brune et accompagnant de minces filets de

houille, qu'on l'observe dans le bassin houiller de Puechmignon, au-dessous de la Guépie, dans le département de Tarn-et-Garonne. Comme jusqu'à ce jour, pour la reconnaissance de la houille dans cette contrée, on s'est borné à quelques travaux insignifiants, il serait prématuré de se prononcer sur l'importance du fer lithoïde et sur la convenance de son exploitation.

§ 2. *Minerais jurassiques.*

La ceinture occidentale du plateau central de la France est formée par le terrain jurassique, dont les masses calcaires sont découpées plus ou moins profondément par les rivières du Lot, de l'Aveyron et du Tarn. Envisagée dans son ensemble, cette formation se laisse diviser en deux grands groupes : le groupe liasique, comprenant généralement des argiles et des calcaires marneux, et le terrain jurassique proprement dit, n'admettant guère que de puissantes assises calcaires connues dans la contrée sous la dénomination de *causses*. Les lignes de limite entre ces deux membres sont ordinairement occupées par une bande ferrugineuse d'une épaisseur variable, remplie de coquilles caractéristiques du lias supérieur, telles que le *Pecten æquivalvis*, la *Gryphæa cymbium*, les *Terebratula numismalis*, *tetraedra*, etc.

C'est tantôt à l'état de fer hydroxidé compacte, mélangé d'une très grande proportion de chaux carbonatée, que se présente le minerai, tantôt à l'état de fer hydroxidé oolithique, ou bien, mais c'est une exception, à l'état de fer oligiste mêlé d'oxidule.

La première variété s'exploite dans les environs de Montbazin, entre Villefranche et Aubin, pour le compte des forges de Decazeville, et fournit une castine excellente qui enrichit les minerais des houillères de la quantité de fer qu'elle contient elle-même. Elle forme au milieu des calcaires jurassiques des encroûtements pierreux que l'on retire en blocs très volumineux, lesquels sont ensuite introduits dans les hauts fourneaux, après avoir été réduits en petits fragments.

Le fer hydroxidé oolithique, que l'on peut considérer comme le minerai par excellence et le plus abondant des formations secondaires, ne constitue pas des dépôts continus sur une grande surface, bien qu'il soit contemporain des couches qui le renferment ; mais on le voit constamment former, dans le même horizon géologique, des îlots circonscrits et dont l'étendue est naturellement en rapport avec l'abondance des substances ferrugineuses amenées par les sources qui, dans les temps an-

ciens, éclatèrent au sein des mers jurassiques. En effet, le maximum de condensation se remarque dans le centre de ces îlots, et à mesure qu'on s'en éloigne, la teneur en fer des couches imprégnées va s'affaiblissant jusqu'aux points où l'action expirante du principe colorant finit par se fondre par dégradations insensibles dans le ton jaunâtre des calcaires secondaires.

Trois gisements remarquables par les circonstances qui signalent leur manifestation résument les faits généraux de leur position et de leur origine : nous en ferons l'objet d'une description sommaire. Ces gisements sont ceux de Mondalazac, de Memers et de Veuzac.

Mondalazac est un village situé à 16 kilomètres au nord de Rodez. Le terrain dominant de la contrée est un calcaire jaunâtre composé de couches d'une épaisseur moyenne, plongeant vers le sud avec une inclinaison de 8 à 10 degrés. Sa texture est finement oolithique; l'intervalle laissé par les oolithes est occupé par du carbonate de chaux spathique; on y remarque en outre de nombreux corps organisés fossiles, entre autres des huitres, des térébratules et des bélemnites. A l'est de Mondalazac, où se trahissent les premières traces du minerai, les calcaires deviennent rubigineux, des oolithes ferrugineuses se mêlent à la masse, et elles finissent bientôt par prédominer et par se convertir insensiblement en une véritable mine de fer exploitable, qui retient les mêmes fossiles que l'on recueille en dehors des zones minéralisées. A l'origine des affleurements on est obligé de rejeter les premières couches, à cause de la proportion trop considérable de calcaire qu'elles ont encore. Il n'est pas rare de voir ce même calcaire isolé de distance en distance, sous forme de plaques assez larges, et constituer par conséquent des matériaux impurs que l'on délaisse sur les haldes. Cependant, à mesure qu'on se rapproche des Espeyroux, où la compagnie de Decazeville a ouvert de vastes chantiers, le minerai gagne en qualité et devient une véritable oolithe ferrugineuse, qui rend en moyenne de 25 à 30 p. 100 de fonte. On l'exploite par des tranchées pratiquées dans les parties les plus riches, avec un front d'abatage de 2 mètres : c'est le maximum de puissance que l'on ait reconnu aux couches attaquées jusqu'ici. Cette puissance, qui descend à 1^{m} 50 à quelque distance des Espeyroux, s'affaiblit graduellement vers les extrémités du gisement lenticulaire, en constituant des zones d'autant moins chargées de minerai qu'elles s'éloignent davantage des principaux chantiers que l'on peut considérer comme le centre

de plus grande fécondation. En effet, les recherches tentées à l'aide de puits ou de tranchées dans quelques propriétés très rapprochées des concessions des compagnies d'Aubin et de Decazeville ont mis en évidence la circonscription du dépôt, en dévoilant en même temps sa continuation géologique par des calcaires qui se sont substitués aux molécules ferrugineuses dans les régions placées en dehors des causes auxquelles était dû l'apport de ces éléments exceptionnels.

Les premiers affleurements, apparents d'abord à Mondalazac, se poursuivent sans interruption jusque dans le ravin de Muret, sur une bande de plus de 10 kilomètres. Cette continuité, l'épaisseur de la couche exploitable, et la facilité de son extraction, puisqu'elle s'opère à ciel ouvert, assurent à ce gisement une importance considérable qui ne peut que s'accroître par la construction projetée d'un chemin de fer destiné à en apporter les produits jusque sur l'emplacement des hauts fourneaux d'Aubin. Dans l'état actuel des routes, les frais de transport pèsent lourdement sur les minerais. Ils sont de 11 francs la tonne jusqu'à Firmy, et de 9 francs jusqu'à Saint-Christophe, près de Cransac.

C'est dans le même horizon géologique, et dans des circonstances identiques, mais avec une extension et une puissance moindres, que se présente le minerai oolithique des environs de Memers, sur la route de Villefranche à Montauban. A 4 kilomètres au N.-O. de Memers, sur le domaine Galtier, on observe le recouvrement des argiles du lias supérieur par les calcaires de l'oolithe inférieure. La ferme et ses dépendances sont construites sur un lambeau de ce calcaire, vrai promontoire avancé dans cette mer d'argiles. Le bas des escarpements est occupé par un banc d'oolithe ferrugineuse de 50 à 75 centimètres de puissance, qui se débite en plaques assez minces, parallèles à la stratification du système. Le minerai y est bien aussi riche qu'à Mondalazac, mais il empâte un nombre si prodigieux de gryphées *cymbium* qui s'y sont conservées avec toute l'épaisseur de leur test, que le banc constitue plutôt une lumachelle à coquilles reliées par un ciment ferrugineux, qu'une véritable mine de fer. Aussi les échantillons soumis à l'analyse ont-ils présenté, indépendamment d'une très forte proportion de carbonate de chaux, 2 ou 3 p. 100 de phosphore emprunté aux animaux dont ils contiennent les dépouilles. Ce qu'il y a de curieux dans la distribution de ces huîtres, c'est qu'on ne les observe que dans la zone souillée par la présence du minerai, comme si la

formation du banc sur lequel elles ont vécu, puisque leurs coquilles sont encore adhérentes entre elles ainsi qu'à la roche, avait été favorisée par l'influence des sources ferrugineuses.

Les mines de fer de Veuzac, exploitées autrefois pour le compte de la Société de Decazeville, sont délaissées aujourd'hui. Elles font partie de la bande ferrugineuse qui, au N. de Villefranche, ceint les argiles supra-liasiques, et s'appuie à l'E. sur les schistes cristallins, en se dirigeant vers l'O. jusqu'au Triolou, où l'oolithe inférieure est recouverte par les premières couches de l'étage jurassique moyen. Comme la concentration du minerai au milieu de cette vaste bande imprégnée est assujettie à des lois fort capricieuses de distribution, l'exploitation a été subordonnée à l'irrégularité du gîte lui-même, et l'on s'est borné, par conséquent, à attaquer les points vers lesquels le minerai se montrait le plus riche et le plus abondant. Les travaux exécutés sont éparpillés dans les environs de Veuzac, et constituent un arc de cercle dont la grande route de Villefranche à Rodez serait la corde. Ils consistent en des fosses ou des tranchées irrégulières dont les plus profondes dépassent rarement la hauteur de 2 mètres; mais ils suffisent pour dévoiler clairement les rapports de l'oolithe ferrugineuse avec les bancs calcaires au milieu desquels elle est encaissée, la contemporanéité des deux roches, ainsi que le concours simultané des deux principes qui ont contribué à leur formation; car le calcaire et le fer hydroxidé empâtent également les dépouilles des corps marins qui vivaient dans les mers au moment de leur précipitation. Aussi l'intérieur des *Pecten æquivalvis*, de la *Gryphæa cymbium*, des *Terebratula tetraedra* et *numismalis*, fossiles qui abondent dans les carrières de Veuzac, est-il rempli par du minerai oolithique lorsque celui-ci compose les matériaux des couches, tandis qu'en dehors des régions imprégnées, ce sont les oolithes calcaires qui se sont chargées du même rôle. C'est là un fait évident, sur lequel nous insisterons d'autant moins, qu'il a été très nettement formulé par M. Dufrénoy dans son *Traité de minéralogie*, où la localité de Veuzac, étudiée par ce savant, est citée à l'appui des mêmes idées que nous développons ici (1).

Il existe cependant une particularité nouvelle que nous a présentée la mine de Veuzac, et qui avait jusqu'ici échappé à l'attention des géologues qui ont eu occasion de la visiter. Elle consiste en la présence du fer oligiste métalloïde mélangé d'oxidule au mi-

(1) *Traité de minéralogie*, t. Ier.

ième des fers hydratés dont se composent les masses exploi-
le fus amené à cette découverte par la rencontre que je fis de
reux rognons de ce premier minerai dans les vignes situées
lentours des carrières. Le plus grand nombre de ces rognons
it arrondis comme le sont les cailloux charriés par les rivières;
urface, par un principe d'altération qui ne pénétrait jamais
de deux millimètres, était passée à l'état de fer hydroxydé;
rieur, au contraire, avait conservé tout l'éclat métallique
'on connaît au fer oligiste de Framont et de l'île d'Elbe.
structure était grenue, miroitante, très serrée, presque
acte, la poussière rouge. Ils agissaient avec énergie sur
reau aimanté. Comme ils n'admettent aucune substance
gère, leur poids est très considérable comparativement à
volume (1).

n'accordai pas d'abord à ces fragments épars une
le importance : j'avoue même qu'en les recueillant hors de
, vers la lisière des terrains jurassiques qui s'adossent aux
es cristallins par lesquels ils sont dominés, j'attribuai leur
ie à un filon de fer oligiste encaissé dans cette formation
nne que j'assimilai au filon de la même substance observé
les gneiss de Monastère, près de Rodez. Ces fragments au-
t représenté, suivant mes idées, la partie des affleurements
ite et dispersée par les dénudations postérieures; mais des
s sur leur véritable provenance s'élevèrent dans mon es-
lorsque je rencontrai plus tard, au-dessus de Veuzac,
à la terre végétale, des blocs anguleux dont quelques-uns
ent plusieurs kilogrammes, et qu'en suivant leur traînée
les champs pour remonter à leur source, j'étais constam-
ramené, par les indices qui me guidaient, sur la formation
sique et jamais sur les roches cristallines, placées beau-
plus loin à l'est des surfaces envahies par la traînée des
. Mes incertitudes s'évanouirent enfin par l'inspection mi-

L'analyse que j'ai faite du minerai de Veuzac m'a fourni les
ats suivants :

	(3 grammes.)	
Peroxyde de fer.	2,17	= 100
Protoxyde de fer.	0,81	
Silice.	0,02	

i correspond à :

Oxyde magnétique	2,61
Peroxyde de fer.	0,37

nutieuse de la tranchée ouverte en face même de Veuzac, où je constatai de la manière la plus positive que le fer oligiste était mêlé au fer hydroxydé oolithique, et qu'ils faisaient partie l'un et l'autre du même gisement. Seulement le premier, au lieu d'être en masses continues, se trouvait disséminé en plaques et en nodules variables ; mais ces nodules passaient d'une manière tellement insensible au fer hydraté, au milieu duquel ils étaient pour ainsi dire noyés, qu'on ne pouvait leur dénier une origine commune et contemporaine, et s'empêcher de reconnaître qu'ils représentaient de distance en distance des agroupements suivant des centres de cristallisation déterminés par la force de l'affinité chimique. L'antériorité des roches cristallisées de la bande primitive de l'Aveyron, l'absence de toute ramification partant d'un centre commun, leur isolement au milieu des couches stratifiées, leur mélange avec des fossiles convertis eux-mêmes en fer, les circonstances générales de leur gisement, tout repousse l'idée de filons par voie ignée auxquels on voudrait attacher leur existence. Nous ne balançons donc pas, d'après l'autorité des faits ci-dessus exprimés, à attribuer l'origine du fer oligiste de Veuzac aux mêmes sources qui y ont amené le fer hydraté. Les rognons disséminés sur le sol représentent simplement les noyaux qui ont résisté à la décomposition qui a anéanti les portions des bancs de fer oolithique exposées aux agents atmosphériques, leur surface usée provenant, non point de l'usure par frottement, mais bien de la facilité avec laquelle les angles et les lignes saillantes se laissent attaquer et émousser par les causes extérieures.

Je suis heureux d'abriter mon opinion sous l'autorité de M. Fournet, qui a émis les mêmes idées sur les gisements de fer oligiste que l'on exploite dans la formation jurassique des départements de l'Ardèche et de la Côte-d'Or. Je regrette seulement de ne pouvoir enrichir mon travail par la citation du texte du Mémoire dans lequel mon savant ami a consigné le résultat de ses recherches, et donné son explication théorique. A l'époque où, en face même des fameuses mines de l'île d'Elbe, M. Fournet m'entretenait des fers oligistes provenant d'une précipitation aqueuse directe, j'avoue que, s'il ne trouvait pas en moi un auditeur tout à fait incrédule, cependant, pour l'honneur des idées que j'avais eues jusque-là, je ne pouvais et ne devais capituler qu'en face de la démonstration matérielle de la théorie qu'il énonçait. Le gisement de Veuzac a opéré ma conversion complète.

Nous terminerons notre description des minerais oolithiques en faisant remarquer que cette substance, dont la disposition en couches garantit l'abondance, serait très précieuse pour l'industrie métallurgique sans les propriétés nuisibles que communique aux fers qui en proviennent le phosphore qu'elle contient. Aussi devient-il indispensable de corriger les défauts des fontes, en les mêlant avec des fontes anglaises ou des fontes du Périgord.

§ 3. *Minerais tertiaires.*

Les minerais tertiaires, que l'on a longtemps désignés et que l'on désigne encore sous la dénomination impropre de *minerais d'alluvions*, composent dans les départements du Lot, de Lot-et-Garonne, de l'Aveyron et de Tarn-et Garonne, les gisements les plus importants pour l'industrie des fers, en ce sens qu'ils sont totalement privés de phosphore, de soufre et d'arsenic, et que leur exploitation s'effectue à ciel ouvert et à peu de frais. Les produits de Bruniquel leur doivent leur réputation de fers de première qualité; l'emplacement des hauts fourneaux de Fumel et de Duravel dans un centre de fécondation prodigieuse n'a été que la conséquence de la certitude de fabriquer avec ces excellents minerais des fontes et des fers susceptibles de rivaliser avec les marques les plus accréditées des usines nationales et étrangères; enfin les fontes et les fers du Périgord s'imposent sans contestation sur les places voisines, et remontent jusqu'à Decazeville pour y bonifier les fontes que l'on obtient avec les minerais des terrains houiller et jurassique.

Les minerais tertiaires se présentent en masses compactes engagées dans des argiles rouges, en rognons d'un volume variable, à surface bosselée et arrondie, en grains agglutinés par un ciment argileux, et en grains pisolithiques remplissant des crevasses ouvertes dans des calcaires secondaires ou disséminés à leur surface. Quoique leur composition soit assez uniforme, elle varie cependant quelquefois dans des limites assez écartées. Cette variation tient à des circonstances qu'il est utile de connaître, et qui seront relatées dans la description sommaire des gisements les plus remarquables que nous avons étudiés. On pourra juger ainsi de la manière d'être de ces dépôts, de leur importance relative, et des ressources que promettent pour l'avenir les terrains environnants, lesquels, placés dans des conditions géologiques identiques, et offrant des indices de minerais, ne réclament guère, pour devenir productifs, que quel-

ques travaux d'appropriation. Après avoir signalé les faits particuliers qui se rattachent aux localités que nous allons passer en revue, nous nous efforcerons d'en faire ressortir l'enchaînement théorique, ainsi que les causes générales qui ont présidé à leur accomplissement; nous nous appliquerons enfin à fixer la place que ces gîtes occupent dans la série stratigraphique des terrains.

A. *Minerais de la vallée du Lot.*

Montbrun. — Montbrun est une commune située sur les bords du Lot, en face de Saujac, et à 20 kilomètres environ de Villefranche. On a exploité au N. du village, dans le plateau qui domine la rivière, un gîte très intéressant quoique fort circonscrit, dans lequel se rencontrent des hématites fibreuses et rayonnées plus compactes, sinon plus abondantes, que les hématites de la fameuse mine de Rancié, dans les Pyrénées. Elles y sont associées à des hydroxydes terreux, à des grès imprégnés de fer, et à des argiles brunes caillouteuses, qui remplissent des cavités et des poches dans le calcaire jurassique, en débordant au-dessus d'elles sous forme de manteau superficiel. Quand on réfléchit à la limitation du gîte qui embrasse à peine une surface de 3 ou 4 kilomètres carrés, à sa position isolée au milieu d'un vaste plateau qui n'est dominé par aucune montagne, à la nature exclusivement quartzeuse des cailloux concomitants de l'argile, on se demande à quel agent on doit rapporter le transport de ces matières meubles qui a exigé l'intervention d'un courant assez énergique pour y amener des cailloux de 1 ou 2 kilogrammes, sans qu'il soit resté aucune trace de ce courant dans les points intermédiaires. Il faut, de toute rigueur, recourir à l'idée d'une dénudation postérieure, qui, en balayant les portions du dépôt exposées à son action, n'aura respecté sur beaucoup de points les creux remblayés par les matériaux tertiaires qu'après en avoir réduit le niveau à celui des terrains encaissants. C'est de cette manière seulement que l'on se rendra compte de l'isolement du gîte et du remplissage actuel des fentes jurassiques par les argiles, les cailloux et le minerai.

Relativement à ce dernier, sa forme arrondie fait naître à la première inspection l'idée d'un transport commun avec les cailloux quartzeux qui l'accompagnent; mais comme on y découvre des blocs de 10 à 15 kilogrammes, tandis que le poids des cailloux dépasse rarement 1 kilogramme, il serait difficile de re-

connaître les résultats d'une même cause dans le charriage de débris d'un volume si différent. Il faudrait aussi admettre dans les lieux de provenance l'existence de filons puissants de fer, dont les affleurements dénudés eussent pu fournir les matériaux si abondants que l'on rencontre dans le terrain meuble. Mais l'examen plus attentif de leur structure et des circonstances de leur gisement vous ramène bientôt à la saine appréciation des faits qui ont présidé à leur formation, en leur attribuant, ainsi que nous aurons occasion de le voir plus tard, une origine locale et postérieure au transport des cailloux et des argiles.

Les variétés principales qu'on y remarque sont difficiles à établir, à cause de la multiplicité des formes qu'elles revêtent.

La variété la plus remarquable consiste en tubercules concrétionnés de toutes grosseurs, depuis celle d'une citrouille jusqu'à celle d'une noisette. Elle est constamment composée d'une hématite blonde à fibres déliées et soyeuses, miroitant dans les cassures fraîches à la manière des malachites de la Sibérie, dont elle partage d'ailleurs tous les accidents de structure et d'agroupement. Ce sont, en effet, des sphères d'un volume variable offrant des couches conçentriques d'accroissement, de manière à représenter dans les cassures transversales une série de calottes emboîtées les unes dans les autres, et enveloppant un noyau central de forme semblable. Chacune de ces calottes, qui possède un système indépendant de fibres rayonnantes et convergentes vers le centre, indique et l'accroissement progressif de l'embryon originaire, et les temps d'arrêt survenus pendant la période d'accroissement. Le point autour duquel s'est pelotonnée la matière ferrugineuse est ordinairement occupé par un fragment de quartz roulé. Un même bloc offre presque constamment la réunion de plusieurs sphéroïdes qui, primitivement indépendants, ont été ensuite agglutinés et reliés par un nouveau dépôt ferrugineux dans lequel on observe, par rapport à l'ensemble, le même arrangement que dans les tubercules isolés. On ne peut mieux comparer les détails de leur structure interne qu'aux formes capricieuses des marbres stalactitiques connus sous le nom d'*albâtre oriental*.

Outre cette variété, qui constitue les matériaux les plus abondants du gisement de Montbrun, on remarque aussi des noyaux offrant la plus complète ressemblance avec les galets des rivières, et composés d'un fer oxydé compacte, criblé de petites cavités irrégulières. Quand leur volume dépasse la grosseur du poing, ils ne sont guère purs que vers le centre, leur surface

extérieure présentant jusqu'à une assez grande profondeur l'agrégation de grains de quartz, de sable et d'argile dans un ciment ferrugineux, et passant par conséquent à un vrai poudingue siliceux. Ces masses se trouvent disséminées sans ordre, mais avec une abondance extrême, au milieu des matières meubles qui remplissent les fentes du calcaire jurassique; elles indiquent autant de centres d'attraction autour desquels le fer se coagulait lorsqu'il fut amené en état de dissolution dans le sein des argiles, en même temps qu'il composait à ces mêmes masses une chemise grossière avec les noyaux de quartz qu'il eut la possibilité d'agglutiner.

Les argiles, à leur tour, sont plus ou moins imprégnées de fer, et s'annoncent dans les régions où le peroxyde abonde avec une rubéfaction très prononcée, dont l'intensité va en diminuant à mesure que l'on s'éloigne des zones riches en minerais. Il est même assez fréquent de surprendre, sinon des alternances régulières, du moins des mélanges brouillés d'argiles blanchâtres et d'argiles rouges, ce qui dénote que leur coloration est un fait postérieur à leur dépôt, et que l'élément colorant n'a pas eu la liberté d'imprégner la masse entière.

On a tenté quelques essais dans le gisement de Montbrun en vidant quelques unes des poches du terrain jurassique; mais le mélange du minerai avec les argiles et les graviers obligeait de procéder à un triage préalable très difficile à opérer, surtout pour les menus débris, ordinairement très purs, qu'un lavage seul pouvait faire distinguer des matériaux stériles. On s'est contenté de recueillir les blocs d'hématite les plus volumineux. C'était peut-être le parti le plus avantageux qu'il était donné de tirer d'un gîte aussi circonscrit que celui de Montbrun.

Salvagnac. — Les causses de Salvagnac, sur la rive gauche du Lot, recèlent pareillement de très bons fers hydratés, dont l'analogie avec ceux de Montbrun, placés en face, est trop complète pour que nous soyons obligé d'en consigner ici la description.

Vers. — Vers est un village situé sur la rive droite du Lot, dans le canton de Saint-Géry. Jusqu'à 3 kilomètres environ de la rivière, en s'élevant sur les plateaux jurassiques, dans la direction de la commune de Saint-Michel, on ne foule que des couches calcaires; mais dans les environs du château de Saulies une végétation plus active, qui contraste avec la désolation des cultures voisines, ainsi que des terrains composés de grès, de graviers et d'argiles rouges qui s'étendent comme un vaste

au sur les causses, annonce un changement complet dans ure du sol. On rencontre aussi à la surface des terres, ue dans les murs de clôture, des rognons de fer hydroxydé quables par leur pureté et leur compacité, ainsi que des l'un poudingue à éléments quartzeux retenus dans un ci- ferrugineux. Les champs constamment lavés par la pluie, ; débarrasse de leurs particules terreuses, en sont littéra- : couverts, et leur récolte, si l'on daignait les recueillir, uirait à une opération aussi simple que peu dispendieuse, renouvellerait chaque année par les travaux de l'agricul- On aurait de plus l'avantage d'avoir des matériaux dé- ;s d'argiles, et qui ne réclameraient par conséquent au- réparation mécanique préalable.

es fragments épars dans les champs représentent les mi- arrachés à leur gisement naturel, il est rationnel de sup- que les masses d'où ils proviennent existent dans le voisi- ı une certaine profondeur. C'est un fait qui a été mis en e au-dessous du château de Saulies (1), où il a été décou- u fond d'un puits de 5 à 6 mètres, terminé par une ga- l'allongement poussée à travers l'argile rouge, une masse hydraté compacte de 12 mètres cubes environ, dont la ri- est dévoilée par l'abondance des géodes d'hématite brune se que l'on observe au milieu du minerai en roche. Elle e tous les caractères des fers hydratés de première qua- eulement elle a entraîné, en se solidifiant, quelques nids le et d'argiles qui nuisent par places à sa pureté. Malgré ses sions colossales, ce bloc est dû à la même cause que celle ous avons reconnue dans la formation des hématites tuber- es de Montbrun, et sa formation géodique est indiquée au- ar sa forme globuleuse que par la faculté qu'il possède fa- ent de se débiter sous le marteau en écailles concentriques. and on considère que le vaste périmètre occupé par les s rouges et les graviers n'a été jusqu'ici que l'objet de re- ıes insignifiantes, quelles espérances n'est-on point en droit nder sur un système régulier d'exploitation qui, tout en ettant de poursuivre les richesses souterraines, laisserait

---

Le château de Saulies renferme une collection des productions ıles des environs de Vers. L'obligeance avec laquelle M. Laur, est le propriétaire, a bien voulu me les montrer, et même me choisir les pièces qui étaient à ma convenance, m'impose le de lui en témoigner publiquement ma reconnaissance.

aussi la faculté de recueillir les matériaux dispersés dans les champs, et qui à eux seuls constituent une valeur indépendante?

Saint-Cirq. — C'est dans les mêmes conditions, mais avec une abondance apparente moindre, que se développent sur la berge gauche du Lot, et presque en face du village de Vers, les argiles et les poudingues quartzeux des causses de Saint-Cirq. Ces dépôts superficiels envahissent entre le village de la Peyre et de Bergamy un plateau de plusieurs kilomètres carrés, dont la surface presque horizontale est à peine troublée par quelques gibbosités ou quelques dépressions; or, c'est justement dans ces dépressions que le terrain tertiaire acquiert son *maximum* de puissance. Un puits de recherche ouvert dans les environs de la ferme de Picami jusqu'à la profondeur de 16 à 18 mètres a traversé un système d'argiles bigarrées, mais dans lesquelles la teinte rouge prédominait, sans avoir recoupé des minerais dignes d'attention. Ces argiles sont surmontées au-dessus de l'orifice du puits par des bancs interrompus, mais très puissants, d'un poudingue quartzeux dont les éléments grossiers sont agglutinés par un ciment ferrugineux. Il ne faudrait pas supposer que les poudingues, les grès et les argiles composent un ensemble de couches régulières, ainsi qu'on l'observe si fréquemment dans des terrains plus anciens; le tout y existe dans un état de confusion très grand, qui annonce un transport opéré par un courant violent analogue à celui qui stratifie les graviers, les sables et les vases dans le lit des fleuves débordés.

Le fer n'est point la substance unique qui, en s'incorporant aux argiles ou aux cailloux, ait donné de la consistance à ces masses incohérentes. La silice a joué aussi le même rôle agglutinant, et elle a donné naissance à des couches d'un poudingue très solide à pâte siliceuse. Ces poudingues, dans les environs de Saint-Cirq, sont l'objet d'une exploitation active, car ils fournissent des meules de moulin très recherchées. Les eaux sous lesquelles se déposaient ces terrains à éléments roulés ont donc eu la propriété de tenir en dissolution et du fer et de la silice. Nous aurons occasion de signaler dans le courant de ce travail d'autres gisements où cette dernière substance se reproduit dans des conditions particulières.

Les portions d'argiles et de sables qui ont échappé aux atteintes du principe colorant sont, en général, d'une pureté remarquable, qui permet de les utiliser pour la fabrication des poteries fines et des verres blancs; et ce qu'il y a de singulier, c'est qu'elles reposent au milieu d'autres sables et d'autres argiles

ouges tout à fait impropres aux mêmes usages, d'où il est facile le déduire que cette coloration capricieuse et imparfaite, et ue la concentration du minerai sur certains points et leur bsence sur d'autres, sont des phénomènes dus à l'intervention une cause postérieure à la sédimentation, et dont l'intensité l'action ont échappé à des lois précises et uniformes.

On doit à M. Cordier (1) la description de trois lambeaux des rains tertiaires du département du Lot, dont les produits mentent quelques hauts fourneaux et quelques forges catanes, dans les environs de Cressensac, de Gourdon et des Arques. Cet éminent géologue est le premier qui leur ait assigné ır véritable position.

Cressensac. — Celui de Cressensac est situé à l'extrémité septrionale du Lot, et occupe un immense plateau secondaire, nt l'étendue est de 40 à 50 kilomètres carrés. Il est divisé en ɔt ou huit portions, qui se groupent les unes à côté des autres rs le milieu du plateau. Il est entièrement composé d'argile ɔlonneuse jaunâtre ou d'un rouge lie de vin. Cette argile renme une grande quantité de minerai de fer en rognons ou en nes.

Gourdon. — La surface de ce recouvrement tertiaire équivaut ɔeu près à 60 kilomètres carrés. Il est divisé en plusieurs porns, situées tantôt sur les plateaux calcaires, tantôt sur les ncs, et tantôt dans le fond des vallées. Le fer que l'on y renıtre ressemble tout à fait à celui de Cressensac. Les grès des virons de Gourdon sont très durs, et consolidés par des infiltions siliceuses. Leur couleur est grise ou lie de vin. Ils sont ɔloités.

Arques. — Le terrain tertiaire des Arques s'étend en demicle depuis Usech, Nusejouls et Catus jusqu'à Goujougnac, les ques et Cazalt. La longueur de cette bande, dont la convexité garde le midi, équivaut à 19 kilomètres, et sa surface à 80 kinètres carrés. Elle ne se prolonge pas sans interruption. Les ıches secondaires inférieures reparaissent dans tous les valıs, excepté du côté des Arques et de Cazalt. C'est dans cette rtion qu'on rencontre des mines de fer très abondantes et très hes. L'argile sablonneuse, qui joue un si grand rôle du côté ı Arques, disparaît vers Catus et Nusejouls pour faire place ı cailloux roulés.

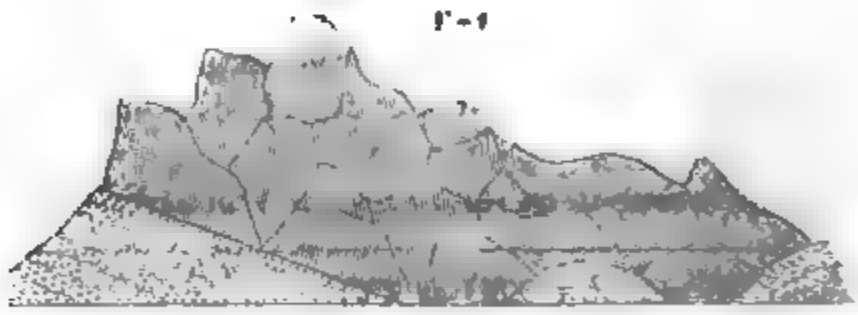
Les mines qui alimentent les usines que l'on a construites dans

(1) *Journal des mines*, t. XXI et XXII.

le voisinage des gisements les plus riches consistent en veines irrégulières, ou bien en rognons noyés au milieu des argiles. Le minerai est quelquefois si abondant qu'on en rencontre presque à chaque pas des fragments épars sur le sol. Ces rognons pèsent communément depuis 1 jusqu'à 8 kilogrammes. Ils affectent des formes sphéroïdales aplaties. Leur cassure présente une suite de couches concentriques formées de peroxyde de fer, tantôt brun, tantôt d'un brun jaunâtre ou rougeâtre. Chaque couche est séparée par un enduit de fer oxydé terreux de même couleur. On voit de ces masses qui sont creuses à l'intérieur et cloisonnées; une argile ferrugineuse très fine remplit les cavités.

Les veines de minerai courent dans tous les sens et sous toutes les inclinaisons. Leur puissance, à part quelques exceptions que nous mentionnerons, varie de 1 à 40 centimètres. Le minerai qu'elles renferment n'est point tout d'une pièce, mais partagé en une infinité de masses de différent volume, et dont les interstices sont occupés par de l'argile ferrugineuse. Ces masses ont la plus grande analogie avec les rognons, excepté seulement qu'elles n'affectent pas des formes aussi régulières, et qu'elles sont souvent très volumineuses. Les unes sont pleines, à couches concentriques ou sans couches concentriques, d'autres sont creuses, cloisonnées ou géodiques. Dans ce dernier cas, on voit l'intérieur des cavités enduit d'une légère couche d'hématite mamelonnée et d'un noir très luisant. Souvent aussi les minerais compactes contiennent des silex blonds qui se fondent intimement dans la pâte ferrugineuse, et l'emprisonnent dans des réticulations nombreuses.

Farges. — Au sud de Moncléra, dans le quartier de Farges, on a exploité sur la gauche de la route un gisement fort remarquable par les proportions énormes qu'y acquièrent les rognons disséminés au milieu des argiles. Le roc dit des Ferrières surtout présente un exemple de cette exagération de volume, dont on chercherait vainement son analogue dans les autres gisements. Ce roc, ainsi que l'indique la fig. 1, n'est autre chose



F. F. Fer hydroxydé.
A. A. Argiles et graviers.

ıu'une crête saillante et dentelée d'affleurements que l'on peut uivre sur un parcours de plus de 60 mètres. Comme les travaux ue l'on y a exécutés pour dégager la masse du minerai l'ont ais à découvert sur une grande partie de sa surface, on peut non eulement en étudier la configuration, mais encore être renseiné sur la manière dont il se comporte relativement aux argiles ncaissantes. Il se présente sous la forme d'une lentille ellipoïdale, dont le grand diamètre dépasse 50 mètres, et le petit iamètre 8 mètres. Son épaisseur est de 5 mètres environ. Des uits que l'on a foncés à quelque distance des affleurements, insi que la tranchée par laquelle on l'a entamé jusqu'aux argiles ui le supportent, ont démontré qu'il n'avait aucune racine dans a profondeur, et qu'il ne différait en réalité des rognons et des éodes des gisements voisins que par ses dimensions exagérées. æ roc des Ferrières tient aussi, mais avec des solutions de coninuité, à d'autres masses moins volumineuses; malheureusenent la concentration du minerai ne s'est point opérée sans nélange; car il a incorporé à sa masse une quantité de grains le quartz ou bien de l'argile, qui en altèrent la qualité au point l'en rendre l'emploi impossible. On observe bien çà et là, il est rai, des portions plus pures; mais les frais d'extraction et de riage, d'un côté, et de l'autre la facilité de se procurer aileurs des minerais irréprochables, ont fait abandonner ou ajourıer pour longtemps l'exploitation du roc des Ferrières. Ajoutons ue ce minerai étant destiné à alimenter en grande partie des orges catalanes ou des hauts fourneaux roulant au charbon de o s, on a le soin de repousser, à cause de la cherté du combusible, les qualités dont le traitement exigerait une augmentation le castine. L'abandon de ce gîte est d'autant plus fâcheux que a masse principale, abstraction faite des rognons contigus, cuıant au moins 2,000 mètres, offrirait à l'industrie de la contrée lus de 7 millions de kilogrammes de minerai.

Duravel. — Les travaux entrepris pour la navigation du Lot nt engagé la société des hauts fourneaux d'Aubin à construire, lans les environs de Duravel, un haut fourneau roulant au harbon de bois, afin de corriger par de bonnes fontes les fontes btenues à Aubin avec le coke et les minerais jurassiques. La ompagnie houillère de Bouquiez a à son tour élevé deux hauts ourneaux à Fumel, où les minerais abondants des communes oisines auraient rencontré les combustibles fossiles. Grâce à ette impulsion imprimée à l'industrie métallurgique, des gisenents que leur position frappait auparavant de stérilité sont

devenus l'objet de recherches actives, et ont provoqué l'application de travaux considérables. Parmi les points nouvellement fouillés, il faut placer en première ligne les coteaux qui avoisinent Duravel, et surtout les quartiers dits de Calassou, de Mordaigne et de Cavignac.

Calassou occupe au N. de Cazes le fond d'une gorge étroite, que dominent des escarpements d'un calcaire blanchâtre appartenant à la formation du grès vert. Le recouvrement argileux dans lequel sont disséminés les rognons de minerais de fer s'étend, sous forme d'un manteau à rebords frangés par des ravinements profonds, depuis la base de ces escarpements jusqu'au-dessus de l'arête montagneuse qui établit la séparation des eaux entre la vallée de Cazes et le vallon de la Pouline. Il est par conséquent à cheval sur une arête secondaire, en présentant un double pendange dans un sens opposé, disposition qui a donné la facilité de trouer le dépôt de part en part, au moyen d'une galerie de roulement, grâce à laquelle le transport échappe aux difficultés qu'auraient présentées les accidentations raboteuses de la surface du terrain. Nous retrouvons à Calassou le même assemblage confus d'argiles sableuses grises ou souillées par l'oxyde de fer, que nous avons déjà signalées dans les autres gisements. Le minerai n'est pas également abondant dans toute l'étendue du dépôt; il montre une disposition prononcée à s'isoler en colonnes, comme si la matière, quand elle était en dissolution dans les eaux, livrée aux simples lois de la pesanteur, avait suivi de préférence les lignes qui lui offraient le moins de résistance. Les variétés qu'on y recueille appartiennent surtout aux variétés géodiques; quelques rognons pèsent jusqu'à 10 et 15 kilogrammes; les hématites brunes mamelonnées et radiées n'y sont point rares.

Les travaux que l'on a exécutés pour reconnaître la puissance et la richesse du gîte ont rencontré les roches secondaires à une profondeur maximum de 10 mètres, et cette puissance va en diminuant à mesure qu'on s'écarte de la ligne de partage des eaux.

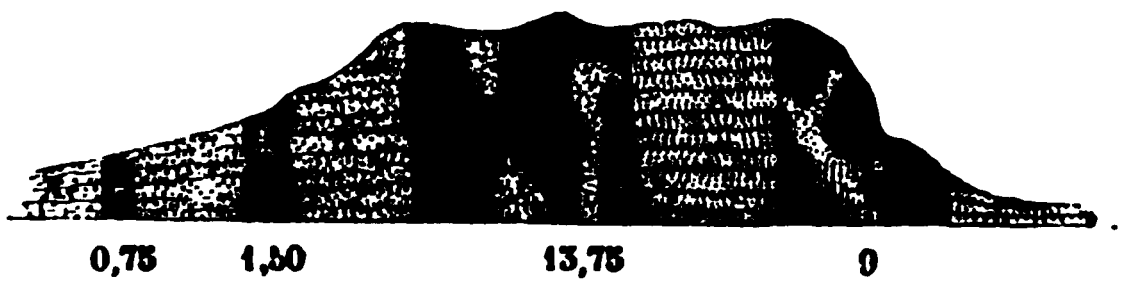
Le quartier de Mordaigne, qui se trouve en face de Calassou, sur le plateau calcaire interposé entre Cazes et Duravel, reproduit à peu près les mêmes accidents. Seulement l'horizontalité du sol sous-jacent a permis aux argiles de se développer sur un plus grand rayon, et d'offrir plus de régularité. Mais le minerai m'y a paru moins riche, à cause de la quantité de grains de quartz dont il est pénétré. Aussi les haldes sont envahies par

une quantité énorme de blocs qu'on n'a pas jugés propres à la fabrication du fer.

Les dépôts du vallon de Cazes se lient à ceux de Saint-Martin, de Cavignac et de Belboux par des dépôts intermédiaires de moindre importance. Ces localités fournissent du minerai à la forge catalane de Cavar : mais ces divers centres d'exploitation n'offrant guère que la répétition des particularités déjà connues, nous nous bornerons à les mentionner sans entrer dans d'autres détails. Nous dirons cependant que nulle part le minerai de fer ne revêt les formes géodiques aussi complétement qu'à Cavignac. Là chaque rognon n'est autre chose que l'assemblage de couches nombreuses s'emboîtant les unes dans les autres et conduisant ainsi, par une série de tuniques superposées, jusqu'à un noyau central d'une petitesse extrême. Ces enveloppes se détachent d'autant plus facilement qu'elles sont séparées par de l'oxyde de fer pulvérulent ou par des argiles ferrifères. On conçoit que cette disposition permette d'obtenir des œtites du volume qu'on désire. Les habitants désignent cette variété par le nom de *boîtes à savonnette*.

Vallée d'Alemance. — Il nous reste à mentionner sur la rive droite du Lot les gisements de Fumel, de Monsempron et de la vallée de l'Alemance. Cette indication complétera la série des dépôts les plus importants. Le tracé de la nouvelle route qui relie Fumel et Monsempron a entamé dans le quartier de Fitton, au N.-E. de cette première ville, un manteau d'argiles grave-

Fig. 2



A. Argiles.
F. Minerai de fer.

leuses marbrées de blanc, de jaunâtre, et de rouge lie de vin. Ces argiles sont traversées de distance en distance par de nombreuses colonnes à peu près verticales de fer hydroxydé qui figurent une série de filons parallèles d'une puissance variable, mais dont quelques unes dépassent 15 mètres. Malheureusement le minerai, en coulant au milieu de ces terrains meubles, en a en-

traîné des portions qu'il a incorporées à sa masse, et il s'est composé de plus vers ses épontes une enveloppe grossière qui consiste en grains de quartz et en sables agglutinés. Le procédé le plus économique pour l'exploitation des minerais consiste à entamer par des tranchées les terrains ferrifères, et à rassembler à la surface les nombreux rognons dont ils sont littéralement chargés. Mais comme ces produits sont destinés presque en totalité à l'exportation, on ne reçoit à Libos, qui est le port d'embarquement, que ceux qui sont dépouillés de gangue, par conséquent des minerais concassés. On est réduit par là même à négliger des matériaux qui seraient assez riches pour être traités sur place si la cherté du combustible ne forçait les maîtres de forges à apporter beaucoup de sévérité dans leur choix. La navigation du Lot, qui permettrait aux houilles de Bouquiez et d'Aubin d'arriver presque sans frais jusqu'à Fumel, pourrait seule remédier à cet état de choses, et elle imprimerait à l'industrie des fers une impulsion d'autant plus féconde que les nombreux gisements éparpillés dans la vallée de l'Alemance n'attendent qu'un débouché pour être mis en pleine valeur.

En face de Fumel et de Monsempron, les communes de Montagral, de Tournon et de Saint-Vite sont parsemées de dépôts argileux et quartzeux ferrifères, mais ils sont trop superficiels et trop pauvres en minerai pour mériter d'arrêter notre attention. Marc, Fontauxel, la Roque, Poumayrous, Montbeau et les bords de la Garane sont les points principaux où les recouvrements aient acquis quelque puissance. Le chemin de halage de

Fig. 3

A. Argiles.
F. Minerais de fer.
C. Cailloux et alluvions modernes.
V. Terre végétale.

Cadays à Saint-Vite recoupe en dessus du grès vert à Hippurites

quelques lambeaux dans lesquels le fer géodique se montre avec ses lignes concentriques d'accroissement, au-dessus des escarpements qu'y a taillés le ruisseau qui les traverse.

Ainsi que nous l'avons déjà dit, les minerais du département du Lot alimentent quelques forges catalanes et quelques hauts fourneaux. Avant de les employer, on est dans l'usage de les trier pour en enlever les argiles, puis de les griller pour dessécher les argiles dont on n'a pu se débarrasser. Ils ont perdu alors à peu près le tiers de leur poids. Le grillage vaporise, en terme moyen, les deux tiers de l'eau qui représente en poids 10,15. Les trois analyses suivantes, que l'on doit à M. Berthier, indiquent la composition des variétés les plus communes des minerais des Arques :

	1	2	3
Silice.	0,050	0,050	0,055
Alumine.	0,010	0,010	0,015
Peroxyde de manganèse.	0,005		0,070
Eau.	0,150	0,145	0,155
Peroxyde de fer. . . .	0,805	0,805	0,715
	1,020	1,010	1,010
Fonte donnée par l'essai.	0,575	0,575	0,510

Dans le haut fourneau de Cusorn, le minerai ne rendait que de 33 à 35 pour 100 de fonte, et dans la forge catalane de Cavar, 18 à 20 pour 100 au plus de fer.

Telles sont, sur les bords du Lot, les principales localités où l'abondance des minerais de fer se manifeste, avec des conditions qui permettent d'apprécier les circonstances géologiques sous l'influence desquelles ils ont été déposés. Entre les divers points dont nous venons d'esquisser à grands traits la physionomie, il en existe une foule d'autres où la présence du fer a été signalée; mais l'induction, aidée par les traits généraux d'analogie qui lient entre eux ces divers membres d'une même famille, conduit à appliquer à l'ensemble la formule tirée de l'étude des gîtes déjà reconnus et fouillés.

Il est cependant utile qu'on ne perde pas de vue : 1° que les gîtes ferrifères reposent soit sur les plateaux, soit sur les flancs du terrain secondaire; 2° qu'ils ne sont jamais recouverts par un dépôt tertiaire; 3° que la consolidation du fer est postérieure aux argiles encaissantes; 4° enfin qu'outre le fer les eaux tenaient de la silice en dissolution.

B. *Minerais de la vallée de l'Aveyron.*

Si de la vallée du Lot nous nous portons dans celle de l'Aveyron, nous y observerons des gisements analogues, quoique moins nombreux, mais tout aussi recommandables par l'excellence des minerais de fer qu'ils fournissent à l'industrie. Faire ressortir leur identité avec les dépôts où s'approvisionne l'usine de Bruniquel, c'est dévoiler à la fois leur composition et leur importance.

Bruniquel exploite sur les bords de l'Aveyron des minerais en grains et des minerais en rognons. Les uns et les autres occupent, au-dessus du terrain jurassique dont la contrée environnante est formée, des surfaces plus ou moins étendues, où ils sont mélangés avec des argiles rouges, des grès et des graviers quartzeux. Les régions les plus remarquables par l'abondance du fer sont celles de Puycelsi, à l'O. du moulin à vent de Saint-Maurice, à Laval près de Caussade, à Cazals et au quartier de la Martre (canton de Penne). Cette disposition en gîtes interrompus s'observe sur un développement de 14 ou 15 kilomètres.

Les minerais sont tous des hydrates au maximum, et peuvent se répartir en deux variétés principales, qui sont les minerais en grains libres ou agglomérés, et les minerais compactes ou en morceaux de forme indéterminée.

La première de ces variétés se présente en grains libres de toutes grosseurs, depuis celle d'un pois jusqu'à l'imperceptible, disséminés dans une argile brune, sablonneuse et ferrugineuse. Les grains sont brun foncé, et leur poussière jaunâtre; ils sont quelquefois lisses à la surface, le plus souvent mats. Leur cassure montre qu'ils sont composés de couches concentriques. Les couches les plus voisines de la surface sont ordinairement les plus pures, parce que les eaux ont délayé et emporté les argiles dans lesquelles les grains étaient engagés. Presque toujours leur centre est occupé par de l'argile; de là vient que les gros grains sont en général plus riches que les petits. Il y en a qui sont accolés deux à deux et enfermés dans une même enveloppe qui s'est moulée sur eux. Leur structure ne permet pas de supposer qu'ils ont été transportés, roulés et arrondis par le frottement. Ils sont donc dans leur lieu natal, et ils doivent leur origine à une cristallisation confuse et agitée analogue à celle qui détermine la formation et l'accroissement successif des calcaires pisolithiques connus sous le nom de dragées de Tivoli.

Les grains, au lieu d'être libres, sont fréquemment engagés ans une argile ferrugineuse ordinairement assez pauvre en fer, nais quelquefois très ferrugineuse et aussi riche que les grains ux-mêmes. Ceux-ci se fondent alors dans la masse. Ils présenent une structure testacée et passent par nuances à l'hydrate ompacte que l'on y voit s'isoler en plaques nombreuses.

Le quartier de la Martre, situé sur les *causses* entre Bruniuel et Saint-Antonin, offre sur des plateaux légèrement onulés des surfaces plus ou moins considérables recouvertes par es dépôts tertiaires. Ces dépôts acquièrent en général peu de uissance, et des pointements calcaires en interrompent fréuemment la continuité; mais il existe de distance en distance es crevasses assez profondes qui ont été comblées par des arziles ferrugineuses très riches en peroxyde de fer pisolithique. a crevasse principale auprès de laquelle est bâtie la maison du arde se compose de deux sections qui se brisent sous un angle rès obtus, et dont la direction générale est du sud au nord. Elle se termine du côté de Penne par une espèce de sac très rofond, à parois verticales usées, corrodées et débouchant à extérieur par plusieurs ouvertures assez étroites, en forme de uits. Le minerai de fer en grains, mélangé avec des argiles ariolées très onctueuses, remplit exactement ces immenses oches en présentant avec ces argiles cette espèce de stratification rrégulière et ces enchevêtrements capricieux particuliers aux lépôts formés par les courants animés par une certaine violence.

Des gisements analogues ont été exploités à Belaygues, à Poyé, Pagès et à Laval.

Les variétés compactes, qui consistent en des bancs peu épais, xistent principalement à la surface des minières, et passent par nuances aux grès quartzeux ferrugineux. Elles sont veinées de uartz blanc, qui se montre cristallisé dans de petites cavités géodiques.

Il nous reste à mentionner les minerais, qui se présentent en norceaux de forme indéterminée, et dont le volume ne dépasse as, pour le plus grand nombre, la grosseur d'une noix, bien ue par exception, et surtout dans les environs de Septfonds, rès de Caussades, on en rencontre parfois qui pèsent jusqu'à 5 ou 6 kilogrammes. La localité la plus célèbre par son abondance et sa richesse est, sans contredit, celle de Saint-Maurice, dans le voisinage de Puycelsi. Les champs, sur une surface de plusieurs kilomètres, sont tellement recouverts de ces rognons de fer oxydé, qu'on peut les recueillir au râteau, et avec d'au-

tant plus d'avantage que les eaux pluviales les ont débarrassés des argiles. Ils forment les affleurements, ou, si l'on aime mieux, le manteau superficiel des gîtes. On attaque ces derniers dans la profondeur, soit par des tranchées, soit par de petits puits que l'on dirige suivant la disposition des poches, qui sont ouvertes dans le calcaire jurassique, et qui sont obstruées par les graviers et les argiles métallifères. Il n'est pas rare d'observer au milieu de ces dépôts des rognons de silex jaunâtre carié, véritables moulières, ainsi que des plaques ovoïdes et aplaties d'un grès très solide à ciment siliceux.

Tous les minerais des environs de Bruniquel sont composés d'hydrate de fer, intimement mélangé en proportions variables avec une argile siliceuse et alumineuse, comme on peut en juger par les analyses suivantes de M. Berthier :

	1	2	3
Silice.	0,120	0,125	0,250
Alumine.	0,125	0,170	0,018
Eau.	0,150	0,154	0,120
Peroxyde de fer. . .	0,640	0,540	0,600
Peroxyde de manganèse.	0,»»»	»,»»»	0,012
	1,015	0,989	1,000
Fonte donnée par l'essai.	0,440	0,385	0,430

1 Minerais en grains (composition moyenne).
2 Minerai aggloméré de Laval.
3 *Id.* de Galigné.

On est obligé de rejeter les petits grains, parce qu'ils criblent à travers le charbon, et qu'ils descendent trop vite dans le creuset. Les fers et les fontes de Bruniquel jouissent d'un grand renom. Ils sont employés de préférence à tous autres dans les usines des arsenaux d'artillerie de Toulouse.

Varren. — Comme les gisements que nous venons d'indiquer résument en eux les caractères les plus essentiels des minerais de fer de la vallée de l'Aveyron, la description des autres gisements n'apporterait à ce travail que des longueurs inutiles. Une localité seule mérite qu'on établisse une exception en sa faveur. C'est Varren, gros bourg situé à 15 kilomètres en amont de Saint-Antonin. Sur les *causses* qui le dominent dans la direction du N. au S., ainsi que dans les échancrures qui conduisent par une pente ménagée les calcaires secondaires au niveau des plaines alluviales de l'Aveyron, on retrouve les dépôts tertiaires

avec grès, graviers et argiles rouges pénétrés de peroxyde de fer. Ce sont encore des limonites compactes plus ou moins pénétrées de quartz, ou bien des grains pisolithiques libres ou agglutinés. Toutefois ils ne constituent que des lambeaux que les dénudations postérieures ont réduits à une étendue et à une puissance médiocres. Dans le quartier de Sénil, à 1 kilomètre au N. de Varren, le fer hydroxydé pisolithique est remplacé par le peroxyde noir de manganèse.

Si sous le point de vue industriel Varren n'offre pas la même importance que les gîtes déjà décrits, un intérêt géologique puissant découle de l'appréciation des rapports de ces gisements ferrifères avec les autres termes de la série tertiaire.

Au sud de Varren, l'Aveyron se coude brusquement pour doubler un promontoire à contours émoussés que domine l'église ruinée de Sainte-Foy. Les falaises que les eaux ont fa-

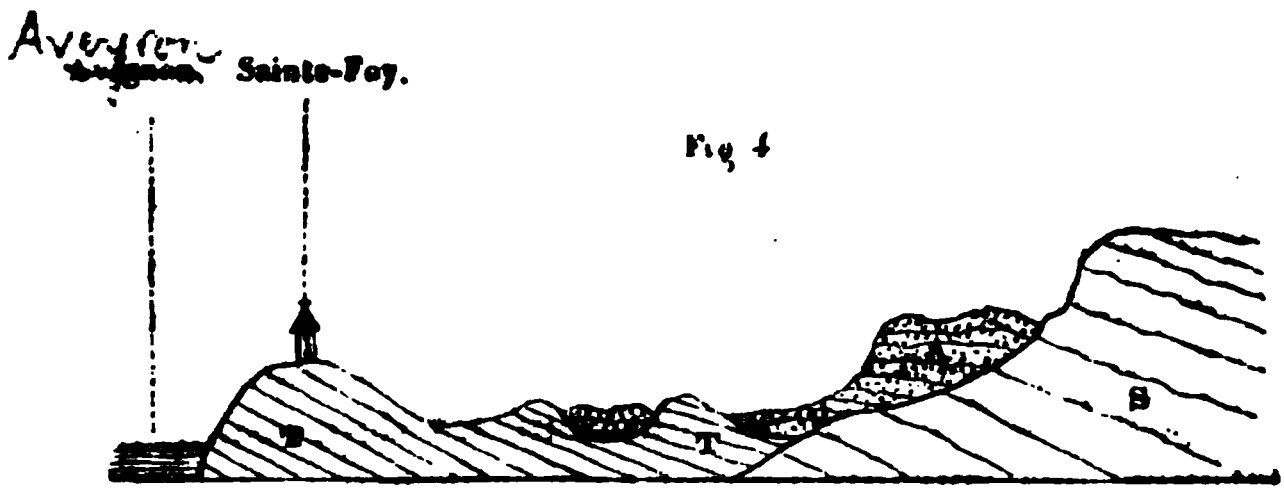


Fig. 4

S. Calcaire jurassique.
T. Calcaire tertiaire moyen.
A. Argiles avec minerai de fer.

connées sur le pourtour montrent que le système de couches qui compose ce promontoire consiste en une alternance d'argiles violâtres, de marnes et de calcaires lacustres marneux renfermant des masses de gypse résultant de l'agroupement de nombreux cristaux en fer de lance. Ces gypses sont exploités. Ils se trouvent dans les mêmes conditions géologiques, et ils appartiennent au même étage que les gypses voisins de Moissac et ceux de Sainte-Sabine, près de Beaumont, que M. Dufrénoy (1) introduit dans l'étage miocène, et dont M. Raulin (2), au contraire, abaisse le niveau en en formant la partie supérieure de

(1) *Mémoires pour servir à une description géologique de la France.* T. III, p. 54.

(2) *Nouvel essai d'une classification des terrains tertiaires de l'Aquitaine.* Bordeaux, 1848.

l'étage éocène du bassin tertiaire de l'Aquitaine. Ce lambeau à Varren a perdu l'horizontalité qui caractérise en général la disposition des terrains tertiaires de la vallée de la Gironde, car les couches inclinent vers l'O. sous un angle de 7 à 8 degrés.

Les différences minéralogiques radicales qui existent entre les matériaux de la formation gypseuse et ceux des terrains ferrifères ne permettent pas de les confondre entre eux. En effet, les marnes, les argiles ténues, les calcaires et les gypses au milieu desquels on chercherait en vain des bancs de grès, indiquent dans les eaux sous lesquelles ils furent déposés l'absence de toute agitation violente, tandis que les dépôts superficiels avec rognons de minerais de fer sont exclusivement composés de poudingues, de graviers et de cailloux roulés de quartz, dont quelques uns dépassent la grosseur du poing. A ces différences, déjà si frappantes, s'ajoute un caractère de plus grande valeur encore, celui de la discordance de stratification, qui établit en faveur de leur séparation un dernier degré d'évidence. Cette discordance, on peut la constater surtout dans les tranchées que l'on a pratiquées au S. de Varren pour le tracé de la route de Saint-Antonin. On y voit, ainsi que l'indique la figure 4, les grès et les argiles ferrifères A adossés contre les escarpements secondaires S reposer transgressivement sur les calcaires et les marnes gypsifères T, dont ils comblent les dépressions que la dénudation et des courants avaient antérieurement creusées. Or, comme le terrain ferrifère se lie d'une manière incontestable, et par des dépôts échelonnés de distance en distance, aux gîtes ferrifères des bords du Lot et du Périgord, et que le deuxième terrain fait partie du calcaire d'eau douce de Moissac et de Beaumont, qui appartient à l'étage moyen, il résulte clairement de leur position relative que les cailloux et les grès avec rognons de minerais de fer appartiennent à l'étage supérieur tertiaire (1).

---

(1) M. Raulin (*loco citato*, p. 23) se borne, relativement aux gîtes ferrifères du Périgord et de la Saintonge, à les considérer comme l'équivalent de la mollasse du Fronsadais, et il établit cet équivalence en ces termes : « Au N. d'une ligne allant de Blaye à Bergerac et Caussade, cette assise (la mollasse) prend un facies différent, les couches argileuses disparaissent en grande partie, et les sables presque seuls persistent : elle passe latéralement aux *sables du Périgord* qui sont grossiers, alternent parfois avec des argiles de même couleur, et renferment les minerais de fer des bords de l'Alemance. »

Comme les investigations auxquelles je me suis livré dans le sud-ouest de la France sont antérieures au mémoire de M. Raulin, je n'ai

Ce fait de recouvrement transgressif n'est point unique. Il se reproduit près de Gondrain, dans le département de Lot-et-Garonne, et bien que ce fût le seul exemple qui se fût offert à M. Dufrénoy, ce savant s'en était servi pour séparer les terrains tertiaires moyens d'avec les terrains tertiaires supérieurs.

Nous citons textuellement (1) : « A Gondrain, tout le pays est exclusivement composé de calcaire d'eau douce et de mollasse; mais au bourg d'Eausse le calcaire d'eau douce est caché sous la mollasse coquillière, caractérisée par une grande quantité de coquilles marines. Le terrain tertiaire supérieur se retrouve sur les différentes sommités qui avoisinent les deux bourgs. Il en résulte d'une manière certaine que ce dépôt arénacé est indépendant des formations inférieures, et qu'il forme une nappe qui s'est étendue sur tout le pays. Le terrain tertiaire supérieur, réduit à la Plume à un simple dépôt de galets, est plus développé près de Gondrain; il présente dans le bois de Mouchan une puissance d'au moins 10 mètres. Il est alors composé de

---

aucune dénégation à opposer au fait du passage latéral de la mollasse du Fronsadais aux sables du Périgord annoncé par cet observateur, et que pour mon propre compte je n'ai pu constater. J'avoue cependant que je ne saurais m'expliquer comment un accident de cette importance, dont dépendait essentiellement la solution de la question que je traitais, a pu, bien qu'il fût l'objet constant de mes recherches pendant plus de quatre mois, échapper à mes regards, dans les environs de Caussade surtout où les gîtes ferrifères de Septfonds et la mollasse du Fronsadais se trouvent en présence, et, je dois le dire, dans un état d'antipathie complète. La localité de Varren si rapprochée de Caussade est là pour le démontrer. Je n'ai pas été plus heureux ni dans la vallée du Lot, vers Tournon, où les argiles ferrifères de l'Alemance font irruption et sur le calcaire secondaire, et sur la mollasse du Fronsadais, ni dans la Saintonge que j'ai parcourue pendant six mois de cette année dernière.

J'ai donc lieu de supposer que M. Raulin, dont l'étude des dépôts de minerais de fer qui sont en grande partie rejetés au delà du bassin de la Gironde n'intéressait pas spécialement le travail, n'aura pu consacrer à leur étude et à l'examen du plateau central et des départements du Lot et de l'Aveyron le même temps et les mêmes soins qu'il a mis à la description du bassin tertiaire de l'Aquitaine; et cette supposition acquiert d'autant plus de consistance dans mon esprit, que le savant géologue cite dans plusieurs localités, et notamment à Plaisance, des dépôts ferrifères qui, à mes yeux, sont les mêmes que les sables du Périgord, incontestablement supérieurs aux mollasses miocènes.

(1) Mémoire déjà cité, p. 136.

couches d'argile jaunâtre, mélangée de nodules ou de grenailles de minerai de fer terreux composé de couches concentriques. Les grenailles de minerai de fer sont constantes dans toute cette vaste nappe : leur présence suffit pour indiquer la séparation des dépôts supérieurs d'avec l'étage moyen des terrains tertiaires, quand ces deux formations sont l'une et l'autre à l'état argileux. »

A ces deux exemples, qui démontrent la superposition discordante des argiles avec minerais de fer sur le terrain tertiaire moyen, on peut en ajouter deux autres signalés, l'un par M. Jouannet à Terre-Nègre, dans l'enceinte de Bordeaux, et l'autre par M. Raulin, dans le département du Gers.

« Le terrain d'alluvion qui recouvre les falunières de Terre-Nègre (1) présente à la surface un mélange de roches de diverses natures, surtout des silex de la craie. On trouve ensuite une argile ferrugineuse contenant à la fois des rognons de fer hydraté géodique et des blocs isolés de calcaire tertiaire grossier, souvent très volumineux.

» Cette argile superposée au terrain marin (éocène) en suit toutes les sinuosités. Sa couleur foncée tranche fortement avec les couches sablonneuses qu'elle recouvre, et marque la séparation entre l'alluvion et le terrain inférieur. »

Le deuxième exemple se produit dans le département du Gers. M. Raulin assigne une puissance de 45 mètres à un système d'argiles bariolées, de sables jaunes à nodules ferrugineux recouvrant les mollasses miocènes marines dans la colline des Thermes, au N.-O. de Plaisance (2).

On doit aussi rapporter au même horizon les sables jaunâtres qui couronnent le plateau de Sos, dans le département de Lot-et-Garonne.

Voilà donc l'indépendance du terrain tertiaire ferrifère, dans les vallées du Lot et de l'Aveyron, et dans toute l'étendue du bassin de la Gironde, nettement manifestée par rapport aux étages moyen et inférieur de ce même terrain. On voit, en outre, que sa composition minéralogique, dont la présence des rognons de minerais de fer forme le caractère distinctif et constant, établit, indépendamment de la position, la communauté d'origine et de provenance des divers dépôts. Nous ne saurions, par tous ces motifs puissants, nous rallier au sentiment de

(1) M. Dufrénoy, Mémoire déjà cité, p. 35.
(2) Mémoire déjà cité, p. 20.

M. Dufrénoy, qui les introduit en partie dans l'étage moyen, tels que les dépôts du Périgord, de l'Aveyron et de la Saintonge, et en partie dans l'étage pliocène, tels que ceux de Gondrain, de Gaillac, etc.; car nous pensons qu'il est suffisamment démontré que ces dépôts sont tous contemporains, et de plus franchement indépendants des deux autres membres des terrains tertiaires.

Il n'y a, au reste, qu'à étudier les coupes des différentes assises du terrain du S.-O. de la France, dont M. Dufrénoy accompagne son Mémoire pour s'assurer non seulement de la complète indépendance des dépôts ferrifères, mais encore de leur liaison avec les dépôts superficiels qui couronnent les coteaux de la Saintonge, du Périgord, du Quercy, et dont les sables des Landes, avec leurs grès ferrugineux désignés sous le nom d'*alios*, ne sont que la continuation.

Notre classification n'est donc que l'application rigoureuse des lois de la superposition, indépendante de toute idée théorique. Si elle est conforme aux faits observés, les dépôts ferrifères ne doivent jamais se trouver dans aucun des étages miocène ou éocène, puisque nous avons établi leur horizon dans le tertiaire supérieur; or c'est ce qui a lieu réellement. Si l'on adopte au contraire les idées des géologues, qui les classent soit dans l'étage moyen, soit dans l'étage inférieur, il serait vraiment extraordinaire qu'on ne fût point parvenu à signaler leur présence au-dessous des couches qu'ils sont censés supporter. Cependant les coupes nombreuses citées par MM. Dufrénoy et Delbos, et récemment par M. Raulin, dans tout le bassin de l'Aquitaine, n'ont jamais établi le recouvrement des dépôts qui nous occupent par des couches plus récentes et subordonnées (1). Il est vrai que M. Raulin est obligé, pour expliquer le non-recouvrement de ce système, qu'il considère comme un équivalent d'eau douce du calcaire grossier du Médoc et des sables de Royan, de supposer que les nappes d'eau successives qui affluaient dans l'estuaire tertiaire se déplaçaient graduellement du N.-N.-E. au S.-S.-O., et s'éloignaient du plateau central. Ainsi, suivant cet

(1) Il est bien entendu que nous ne parlons ici que de la généralité des gisements de minerais de fer, et de ceux principalement qui, se trouvant à divers niveaux sur le plateau central, sont indépendants du bassin tertiaire de la Gironde. Les environs de Rustrel, près d'Apt, présentent au-dessous des gypses des dépôts de fer hydraté très puissants et qui alimentent un ou deux hauts fourneaux : les autres terrains tertiaires pourraient bien présenter la répétition du même phénomène.

auteur, tandis que les sables du Périgord étaient venus atteindre le pied des montagnes, le calcaire blanc du Périgord, la mollasse et le calcaire gris de l'Agenais ne s'avançaient plus qu'à moitié de la distance qui sépare le plateau central de l'emplacement actuel de la vallée de la Garonne, de Montauban à son embouchure. Une seule exception, en apparence du moins, ajoute le même auteur, est fournie par le dernier dépôt, les sables des Landes, sur le mode de formation desquels on n'a pas de données positives, puisqu'on n'y a pas encore rencontré de corps organisés fossiles (1).

La difficulté qui embarrasse M. Raulin s'évanouit quand, au lieu de disjoindre les sables ferrifères de l'Albigeois et du Périgord, qui dans les régions du plateau central dépassent la hauteur de 700 mètres au-dessus du niveau de la mer, de leurs analogues de la Plume dans l'Agenais, dont la hauteur est de 218m,25, et des sables des Landes, dont l'élévation est de 20 mètres en moyenne, on ne voit dans tous ces terrains meubles si remarquables par l'uniformité de leur composition, par la présence de rognons de fer hydroxydé, et par leur indépendance constatée à Bordeaux, à Varren, à Gondrain et ailleurs; quand on ne voit, disons-nous, dans ces terrains meubles, qu'un dépôt contemporain qui, originairement continu, a été réduit, par suite de dénudations dont les vallées des bassins de la Gironde présentent des traces si évidentes, à des lambeaux plus ou moins étendus, ou à de simples chapeaux placés çà et là et conservés comme des jalons destinés à en reconstruire le plan primitif. Ces dépôts seraient donc du même âge que les terrains de transport ancien de la Bresse et de la vallée du Rhône.

Ainsi, pendant que la catastrophe à laquelle se rattache le redressement du terrain tertiaire moyen accumulait sur les versants des Alpes les immenses matériaux qui encombrent la vallée du Rhône, les courants qui à la même époque s'échappèrent des versants du plateau central amenèrent par les vallées qui débouchent dans le bassin de la Garonne ces amas d'argiles, de cailloux et de sables dont les éléments, d'abord grossiers et volumineux, comme on l'observe dans le Cantal, dans les environs de Bort, dans le haut des vallées du Lot et de la Dordogne, diminuèrent graduellement de volume à mesure qu'ils s'éloignèrent des points de leur provenance, et vinrent se mêler dans

(1) M. Raulin, Mémoire déjà cité, p. 38.

es Landes, sous forme de sables, aux débris charriés par le ersant pyrénéen, et dont les galets quartzeux qui recouvrent es sommités de la plupart des collines tertiaires des environs e Toulouse sont les représentants.

La constatation de ces faits explique comment les terrains ablonneux ferrifères qui n'ont jamais éprouvé de dislocation epuis leur dépôt sont constamment superficiels, et pourquoi s sont étagés à des niveaux d'autant plus élevés qu'on les remarque dans des localités plus rapprochées des lignes de faîte u plateau central. Nous ajouterons qu'il n'est pas rare de rencontrer au milieu des galets des cailloux de granite, de pegmatite et de gneiss qu'on retrouve en place dans les terrains rimaires du Périgord, du Limousin et du Cantal.

La dissémination de dépôts analogues sur une foule de points, ans les départements de la Charente, de la Charente-Inférieure, es Deux-Sèvres et de la Vienne, c'est-à-dire dans les basses égions subordonnées au régime orographique du plateau central, est la justification de notre classification, et la preuve en même temps de la direction rayonnante des courans des hautes haînes à la suite du surgissement des Alpes principales. Nous etrouvons toujours dans ces divers terrains, malgré leur éloinement, les mêmes éléments minéralogiques, et surtout les inerais de fer en rognons et en grains qui alimentent les nomreuses usines à fer du Nivernais, du Berry et de la Dordogne.

C'est encore à l'état de sables, de galets siliceux et d'argiles ouges que se présentent les terrains tertiaires supérieurs dans la aintonge, et principalement dans la grande bande qui, depuis es environs de Talmont jusque vers Saint-André-de-Cubzac, st comprise sous le nom de Landes de la Saintonge. Ces mêmes lépôts se développent sur la rive gauche de la Gironde, dans a Limagne et le Médoc (1). On y retrouve ces mêmes nodules de inerais de fer qui nous ont servi de fil conducteur pour nous orienter au milieu de ces gisements interrompus. Quoique moins

(1) M. Raulin, contrairement à l'opinion des géologues qui ont rapporté ces dépôts caillouteux aux sables des Landes, en fait la partie la plus ancienne du diluvium. Ils consistent (Mémoire déjà cité, p. 34) en sables argileux rouges contenant une immense quantité de cailloux de quartz, en général peu volumineux. Ils reposent transgressivement sur toutes les assises tertiaires. Ils se trouvent non seulement sur les plateaux, mais encore sur les terrasses étagées à diverses hauteurs qui bordent la vallée de la Garonne.

M. Raulin les reconnaît à Crion, à Saint-André-de-Cubzac et à

abondants que dans les vallées du Lot et de l'Aveyron, ils n'ont pas moins été, dans les environs de Surgères, l'objet d'une exploitation aujourd'hui délaissée. Des scories anciennes, accumulées auprès de tranchées couvertes d'arbres de haute futaie s'observent à chaque pas dans les environs du Gagnon, près de Saint-Geniez, et dans d'autres communes de l'arrondissement de Jonzac.

M. Dufrénoy (1) cite dans les dépôts caillouteux de Montlieu et de la Grave, qu'il considère comme les équivalents des sables du Périgord, un amas de lignites, des ossements de mammifères et de tortues d'eau douce. Cette particularité complète la ressemblance que nous avons signalée entre les alluvions anciennes de la Bresse et de la vallée du Rhône d'un côté, et les dépôts ferrifères du S.-O. de la France de l'autre : car on exploite, au milieu des cailloux roulés près de Pomiers et de la Tour-du-Pin, des dépôts considérables de bois bitumineux, dans lesquels M. Charvet (2), professeur à la Faculté des sciences, à Grenoble, a découvert des ossements du *Mastodon angustidens*.

Pour compléter l'histoire de notre terrain ferrifère, il nous reste à mentionner la liste des mammifères qui furent trouvés en 1833, entre les hameaux de Mortouse et de Soute, à une lieue à l'O. de la ville de Pons. Nous devons cette communication a

---

Blaye. Les dépôts analogues qui reposent sur la craie plus au N. dans la Saintonge appartiendraient à la mollasse du Fronsadais.

Ainsi les dépôts de cailloux et d'argiles avec minerais de fer que nous reconnaissons appartenir dans leur ensemble au terrain tertiaire supérieur, et dont notre travail a présenté l'histoire, se trouveraient répartis, suivant cette opinion, dans trois terrains différents. Or, nous croyons pouvoir affirmer que les landes de la Saintonge que nous avons suivies dans toutes leurs affiliations avec les autres dépôts ferrifères depuis les bords de la Gironde jusque dans le département des Deux-Sèvres, dans la vallée de la Seudre, près de Pons et de Gémozac, dans les vallées de la Charente, de la Boutonne, aux environs de Saintes et de Saint-Jean-d'Angely, et jusqu'à Surgères, ne se séparent point les unes des autres, et que la date d'un dépôt entraîne nécessairement la date de l'ensemble. M. Raulin aurait par conséquent reproduit pour le bassin de la Gironde, et par rapport aux sables et cailloux ferrifères, la même confusion qui pendant longtemps avait porté le plus grand nombre des géologues à ne voir dans les cailloux de la Bresse que le produit des alluvions anciennes, mais postérieures aux terrains tertiaires.

(1) Mémoire déjà cité.

(2) *Bulletin de la Société géologique de France*, 1re sér., t. XI, p. 396. Réunion extraordinaire à Grenoble.

l'obligeante amitié de MM. d'Orbigny père et Fleuriau de Bellevue, dont les collections renferment les pièces les plus importantes.

Mastodontes.	2	espèces
Elephas primigenius. . .		—
Sus.	1	—
Hippopotame.	1	—
Rhinocéros.	1	—
Tapir.	1	—
Cerf.	1	—
Bœuf.	1	—
Castor.	1	—

et des débris de digitigrades et de plantigrades indéterminables.

Or, parmi les restes d'animaux vertébrés trouvés à Sansan, à Simorre (Gers), à Alan, à Toulouse (Haute-Garonne), à Moncaup (Basses-Pyrénées), on a déterminé les espèces suivantes :

Mastodon angustidens (*longirostris*),
Id. *tapiroides*,
Sus antediluvianus,
Rhinoceros cimoghorrensis,
Dinotherium giganteum,
Id. *intermedium*,

un *Cervus*, un *Bos*, des *Testudo* et des *Emys*.

Ainsi, identité de faune et de position entre les gisements de la Grave, de Pons, de la Tour-du-Pin et des gîtes ossifères supérieurs de Sansan, de Simorre et de Moncaup.

Il est utile, afin d'éviter toute méprise sur la valeur des déterminations que nous avons indiquées, de rappeler qu'il existe à Sansan deux terrains ossifères bien distincts, le premier de nature calcaire, dans lequel M. Lartet a découvert un nombre si prodigieux de mammifères (1), que M. Raulin place dans la partie supérieure de l'étage miocène, et le second, dont nous avons indiqué l'identité avec les sables ferrifères de la Saintonge, caractérisé par des sables, des cailloux, des poudingues ferrugineux et des argiles bigarrées de blanc, de rouge et de violet. Or, ce sont justement ces grès que M. Raulin considère comme l'équivalent des sables des Landes, qui dans les environs de Sansan

(1) Nous donnons, d'après M. Raulin (Mémoire déjà cité, p. 32),

contiennent les mammifères déjà mentionnés et qui sont absolument différents des animaux renfermés dans les calcaires.

Résumé.

1° Les dépôts tertiaires caractérisés par la présence de nodules de fer hydroxydé constituent la partie supérieure des terrains tertiaires du S.-O. de la France, puisqu'ils se séparent nettement des étages miocènes et éocènes par des discordances de stratification.

2° Cette position déduite des caractères stratigraphiques est en harmonie avec la valeur des caractères paléontologiques.

3° Les matériaux dont ils sont formés proviennent du plateau central de la France, d'où ils se sont répandus dans les vallées qui dépendent de cette région orographique.

4° La dispersion de ces matériaux est le résultat du soulèvement des Alpes principales qui disloqua le terrain tertiaire moyen. Ces matériaux charriés sont, par rapport au plateau

---

l'indication des fossiles trouvés dans le calcaire de Sansan :

Pithecus antiquus,
Mygale (*pyrenaica*) *antiqua*,
Talpa (*europæa*) *major*,
Id. *minuta*,
Mustela genettoides,
Lutra dubia,
Amphicyon major,
Id. *minor*,
Viverra zibethoides,
Id. *exilis*,
Felis (*pardus*) *antiqua*,
Id. *quadridentata*,
Id. *palmidens*,
Sus chærotherium,
Id. *lemuroides*,
Rhinoceros incisivus,
Id. *brachypus*.
Id. *tetradactylus*,
Palæotherium aurelianense.

M Lartet a reconnu de plus un édenté, le *Macrotherium giganteum*, onze rongeurs, plusieurs ruminants des genres *Cervus* et *Antilope*, des oiseaux, des *Testudo* et des *Emys*, un ophidien, des sauriens, quinze batraciens se rapportant aux grenouilles et aux salamandres, et quelques poissons d'eau douce.

central, lieu de leur provenance, ce que les cailloux de la Bresse et de la vallée du Rhône sont par rapport aux Alpes. Leur dissémination depuis ce plateau central jusqu'aux plaines des Landes et au massif du Larzac, suivant un plan incliné, à des niveaux différents, bien que les couches soient horizontales, le volume des blocs dont la grosseur va en diminuant à mesure qu'on s'éloigne des contrées qui les ont fournis, l'identité des roches roulées avec celles que l'on trouve en place dans le plateau central, l'épaisseur des dépôts plus considérable sur les flancs des vallées et à la base des escarpements secondaires que sur les plateaux qui étaient moins protégés contre l'énergie des courants dénudateurs, tels sont en faisceau les faits généraux qui concordent avec nos conclusions théoriques.

5° La concentration des fers hydroxydés, la formation des silex et des lignites sur plusieurs points de ces nombreux dépôts sont dues à des opérations postérieures à la sédimentation des graviers, des sables et des argiles, correspondent aux périodes de tranquillité et rentrent dans la série des phénomènes communs à tous les terrains neptuniens.

Note additionnelle.

Dans l'exposition des faits qui précèdent, nous nous sommes abstenu à dessein d'exprimer notre sentiment sur le synchronisme des étages des bassins tertiaires de la Gironde, de la Méditerranée et parisien. On aurait pu nous accuser, à cause de notre opinion bien connue, d'avoir obéi à un entraînement systématique; mais puisque l'occasion se présente naturellement de discuter cette question, nous demanderons la permission de le faire en peu de mots.

Les motifs pour lesquels on a refusé aux terrains tertiaires du midi de la France un étage contemporain des couches du Soissonnais et du calcaire grossier consistent, suivant M. Dufrénoy, en ce que les gisements ferrifères avec cailloux roulés du Berry, du Nivernais, de la Dordogne, du Quercy et de la Saintonge sont les équivalents ou mieux la continuation de certaines assises ferrugineuses du grès de Fontainebleau. Ces dépôts dans le bassin de la Gironde seraient une dépendance de la mollasse miocène marine du Fronsadais, laquelle à son tour correspond aux calcaires lacustres du Périgord, qui contiennent des gypses à Sainte-Sabine. Les gypses de Narbonne et d'Aix, les lignites de Fuveau, compris dans le même horizon, seraient à

leur tour miocènes. Les environs de Blaye et de Dax placés aux extrémités du bassin de la Gironde ont seuls échappé à l'exclusion et ils ont joui du privilége d'être conservés éocènes.

Soumettons les faits à la critique. Si les dépôts ferrifères du Berry, de la Dordogne et de la Saintonge, au lieu de former la base des mollasses miocènes, les recouvrent franchement, comme nous avons essayé de le démontrer, et s'ils se réfèrent par conséquent, comme les cailloux roulés de la Bresse, à l'étage supérieur des terrains tertiaires, on voit s'évanouir les principes invoqués en aide de la classification que nous avons combattue, et la question subsister intacte.

La carte géologique de France démontre que les terrains tertiaires de la vallée de la Gironde et ceux du Midi ont fait partie d'un même bassin limité par les Pyrénées, les Alpes provençales et les contre-forts du plateau central. Nous reconnaissons que la mollasse marine de Bouc, de Lambesc, de Cadenet, de Saint-Paul-Trois-Châteaux, avec l'*Echinolampas Francii*, le *Clypeaster altus*, les *Scutella bioculata*, *Faujasii*, *subrotunda*, etc, est la même que les mollasses du Bordelais, et que cette formation marine par conséquent, mieux que toute autre, doit nous servir d'horizon et de point de repère.

Or, quelle est la position dans le midi de la France de ces mollasses qu'il faut bien se garder de confondre avec les dépôts sub-apennins des environs de Montpellier et du bord des étangs près de Berre? Elles reposent transgressivement sur la formation gypseuse d'Aix, à Aix d'abord, ensuite à Beaulieu, à Lambesc, et dans la chaîne de Léberon (arrondissement d'Apt). A Cadenet, à Aix, sur la promenade de la Rotonde, elles supportent un terrain d'eau douce qui devient naturellement alors l'équivalent du calcaire lacustre ossifère de Sansan : or ce calcaire n'a rien de commun avec les marnes gypseuses d'Aix, ni quant à la position, ni quant à la composition.

Ceci bien établi, il en résulte nécessairement que les gypses d'Aix forment en dessous de la mollasse marine miocène une formation franchement indépendante et des calcaires lacustres supérieurs à la mollasse, et de la mollasse elle-même. Doit-on voir en eux les représentants des calcaires de la Beauce et de la Limagne, dans lesquels ont été découverts les *Palmacites Lamanonis* et le *Smerdis minutus?* ou bien ne serait-il pas plus raisonnable de proclamer leur équivalence avec les gypses de Montmartre? Les motifs qui nous ont fait incliner vers ce dernier rapprochement sont puisés dans l'identité des mammifères

fossiles trouvés à Gargas et à Alais, avec les mammifères des gypses parisiens, identité proclamée depuis de longues années par M. de Blainville, et confirmée tout récemment encore par M. Gervais (1) qui cite le *Dichobune cervinum* (Owen), rencontré dans un dépôt éocène en Angleterre, et le *Palæotherium medium* (Cuv.).

Mais poussons plus loin nos rapprochements. Au-dessous des gypses d'Aix se développent 400 mètres d'argiles rouges dans lesquelles sont intercalées les fameuses brèches des Tholones. Ces argiles reposent à leur tour sur un système plus puissant encore de calcaires et d'argiles bitumineuses renfermant plus de dix-huit couches de lignites. Les fossiles qu'on y découvre ne présentent aucune espèce commune avec les fossiles de l'étage gypseux. Ainsi voilà plus de 800 mètres de calcaires et d'argiles placés en dessous des gypses et caractérisés par une faune particulière dont il faudra bien se résigner à reconnaître l'équivalence avec le calcaire grossier et peut-être même avec les lignites du Soissonnais. Les Unios, les crocodiles, les tortues d'eau douce ne sont pas plus rares à Fuveau que dans les environs de Paris. Ainsi en admettant même que les gypses d'Aix, malgré leur discordance avec les mollasses miocènes, et la présence d'espèces de mammifères communs avec ceux de Montmartre, correspondissent aux calcaires lacustres de la Beauce et de la Limagne, que l'on sait être inférieurs aux faluns de la Touraine, il n'en resterait pas moins, pour représenter l'étage éocène du bassin parisien, les argiles rouges et les lignites. Les couches à lignite manquent entièrement dans les Basses-Alpes : on n'y rencontre que les marnes gypseuses (vallées du Jabron près d'Eoux). Il y a donc suppression complète des deux derniers membres. Dans l'arrondissement de Forcalquier et d'Apt, notamment à Dauphin, près de Manosque et de Saint-Martin, dans la vallée de Callavon, à Gargas, les marnes gypsifères avec poissons et *Palmacites Lamanonis*, renferment des combustibles fossiles que l'on a constamment confondus avec ceux des Bouches du-Rhône. Cette erreur était grossière, car depuis Rustrel jusqu'au delà de Roussillon, les gypses avec lignites sont séparés de l'étage lignitifère de Fuveau par toute l'épaisseur des argiles rouges. Il est donc bien démontré que ce que nous considérons comme étage éocène dans le midi de la France

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, p. 49. 10 janvier 1848.

est composé de membres qui sont au-dessous des mollasses marines : 1° les marnes gypsifères et lignitifères d'Aix et de Gargas; 2° les argiles rouges des vallées de l'Arc et de Callavon; 3° les calcaires à lignites des vallées de l'Arc et de l'Huveaune. Ce dernier membre n'est bien développé que dans le département des Bouches-du-Rhône et sur quelques points limitrophes du département du Var. Il manque partout ailleurs : mais dans les contrées où il manque, et principalement dans les Basses-Alpes et dans le Var supérieur, il est représenté par les grès à nummulites que nous considérons comme l'équivalent marin des lignites de l'Huveaune. Les argiles rouges au contraire dessinent un horizon plus étendu dans toute la vallée du Rhône, car elles remontent jusque dans la Savoie.

Relativement à la formation nummulitique, nous ne reproduirons pas les arguments que nous avons eu l'occasion de développer dans des écrits récents, pour démontrer que dans l'Italie et dans l'Afrique septentrionale, elle se divise en deux terrains dont le supérieur, auquel on peut donner pour type le Vicentin, occupe dans la Provence des surfaces très étendues, et nous paraît identique, quant à ses fossiles, aux couches nummulitiques du Soissonnais. Vers le lac de Lauzanniez, au-dessus de la vallée de Barcelonnette, il a pour base les mêmes grès et calcaires à fucoïdes (*Targioni*, *intricatus*) qui caractérisent le terrain d'albérèse et de macigno des Apennins, et il repose en discordance de stratification sur le grès vert et la craie blanche avec *Ananchites ovata*, *Ostrea Matheroniana* et *vesicularis* qui abondent à Eoux, aux Martigues, au Beausset, au-dessus des Hippurites.

Nous retrouvons par conséquent, dans le midi de la France, les mêmes étages, soit dans la craie, soit dans les terrains tertiaires que l'on a reconnus dans le bassin de Paris, et qui sont :

BASSIN PARISIEN.	BASSIN MÉDITERRANÉEN.
Terrain crétacé.	
1 Craie chloritée	1 Grès vert.
2 Craie blanche.	2 Craie blanche.
3 Calcaire pisolithique.	3 Grès à Fucoïdes.
Terrain tertiaire.	
1 Étage nummulitique et lignitifère du Soissonnais.	1 { Etage nummulitique des Basses-Alpes. Calcaire lignitifère de Fuveau.

2 Calcaire grossier.	2 Argiles rouges.
3 Gypse de Montmartre.	3 Gypse d'Aix.
4 Etage moyen.	4 { Mollasse marine. Calcaire d'eau douce.
5 Etage supérieur.	5 { Cailloux de la Bresse. Grès et poudingues de Marseille. Argiles sub-apennines de Cadenet, etc.

Dans le Piémont, la Toscane et les Légations, la série tertiaire ressemble complétement à celle du midi de la France, c'est-à-dire l'étage éocène y est représenté par les grès à Nummulites (étrurien supérieur de Pilla), les gypses du Volterrano et les lignites de Monte-Bamboli (correspondant à l'étage du gypse d'Aix); l'étage moyen par les grès serpentineux de la Superga, la mollasse de Pomérance et de la Corse, avec *Clypeaster altus;* l'étage pliocène par les marnes marines sub-apennines, et les dépôts meubles ossifères du val d'Arno supérieur.

Il est à remarquer que les terrains tertiaires jouent dans la constitution géologique du globe un rôle très important relativement à leur étendue et à la distribution des êtres organisés qu'ils renferment. Le terrain nummulitique que l'on avait signalé dans le pourtour de la Méditerranée a été poursuivi depuis dans les Carpathes, dans la Syrie, la Perse, et tout récemment jusque dans le Sind (Inde).

Nous avons eu l'occasion d'examiner chez notre ami, M. de Verneuil, une collection de fossiles très remarquables recueillis dans cette dernière contrée par un officier anglais, et qui nous a offert une faune franchement éocène. Parmi les nombreuses espèces dont elle se composait nous avons reconnu les espèces suivantes, communes au bassin parisien ou au terrain nummulitique du Vicentin :

Conus deperditus.	*Turritella hybrida.*
Nerita conoidea.	— *terebralis.*
Terebellum convolutum.	*Cerithium diaboli.*
— *elongatum.*	*Strombus Fortisii.*
Ostrea multicostata.	*Trochus Lucasianus.*
Turritella imbricataria.	*Spondylus cisalpinus.*

Ovula, voisine de la *tuberculata*, deux Nautiles.

Un grand nombre de Nummulites : *Schizaster obesus, Eu-*

patagus ornatus, qu'on trouve à Biaritz, une foule d'Échinodermes nouveaux et de Polypiers du genre *Montivaltia*.

M. d'Archiac fait remarquer que la plupart des géologues qui ont décrit les minerais de fer exploités dans le bassin de la Dordogne au contact de la craie sont d'accord pour les placer à la base des argiles panachées, du grès et de la mollasse du Fronsadais, qui les recouvrent sur beaucoup de points, et, comme cette mollasse et les calcaires lacustres ont été rapportés par M. Dufrénoy à la formation tertiaire moyenne, il était naturel que ce savant regardât aussi les minerais de fer qui, plus au nord, cessent d'être recouverts, comme étant le prolongement de ceux du sud, et comme appartenant par conséquent aussi à la période moyenne.

M. de Roys fait observer que, sous le rapport paléontologique, il lui paraît difficile de placer la mollasse coquillière à un niveau supérieur aux grès de Fontainebleau. Cette formation renferme un assez grand nombre de fossiles communs avec le calcaire grossier de Paris. M. Matheron, dont l'exactitude scrupuleuse est bien connue, en a constaté vingt-quatre, dont quelques uns appartiennent aux couches les plus inférieures du bassin. Ce sont les *Clavagella coronata? Solen strigillatus*, *Cardula striata*, *Tellina sinuata*, *Lucina ambigua*, *L. divaricata*, *Pectunculus pulvinatus*, *Modiola lithophagus*, *Pecten solea? Ostrea bellovacina*, *O. flabellula*, *Calyptræa lævigata*, *Natica patula*, *N. epiglottina*, *Sigaretus canaliculatus*, *Tornatella sulcata*, *Solarium plicatum*, *Trochus agglutinans*, *Turritella imbricataria*, *Cerithium cinctum*, *Fusus polygonus*, *Ancillaria inflata*, *Conus deperditus*, *C. antediluvianus*. Il en a trouvé dix-neuf autres communs avec les terrains analogues du Bordelais, et douze du calcaire nummulitique du Vicentin, outre ceux qui lui sont communs avec les terrains marins inférieurs de Paris. On a souvent rapproché des terrains pour un nombre bien moins considérable de fossiles communs. Mais la mollasse offrant en même temps une quarantaine d'espèces communes avec les terrains sub-apennins et quelques unes des grès de Fontainebleau, il lui semble que M. Dufrénoy en a parfaitement déterminé la position en la rapportant à l'étage de ces grès.

M. Pomel présente, à l'occasion du Mémoire de M. Coquand, es observations suivantes :

Parmi les questions traitées dans le mémoire de M. Coquand, l en est une surtout sur laquelle je désire fixer l'attention des géologues, parce qu'il me semble que l'on n'a pas encore utilisé tous les éléments qui peuvent servir à sa solution. Les auteurs de la carte géologique de la France avaient considéré tous les terrains tertiaires à gypse et lignite de la Provence et du Languedoc comme appartenant à la période moyenne. Les géologues de ces contrées ont voulu y trouver des représentants des dépôts inférieurs, dits parisiens; et c'est cette idée que M. Coquand vient de soutenir en l'appuyant de preuves géologiques et paléontologiques.

Les arguments principaux sont : 1° l'existence d'une discordance de stratification entre les couches gypseuses et les mollasses marines qui les recouvrent, ces dernières étant considérées comme analogues des grès marins de Fontainebleau; 2° la présence dans ces couches gypseuses de mammifères fossiles des mêmes genres et des mêmes espèces que ceux des gypses de Montmartre. Ces arguments à notre avis peuvent considérablement perdre de leur valeur par les considérations suivantes.

L'étage tertiaire moyen, tel qu'il a été limité dans la carte géologique de la France, est loin de former un tout parfaitement concordant, et M. Élie de Beaumont dans ses leçons a depuis longtemps le soin de faire remarquer la discordance de stratification qui existe entre les terrains de la Beauce et de Fontainebleau, d'une part, et ceux de la Touraine, de l'autre. M. Raulin plus récemment a même insisté plus fortement sur cette discordance, lorsqu'il a cru pouvoir faire coïncider avec elle son soulèvement du Sancerrois, quoique peut-être à tort suivant nous. Or, si l'on remarque que les fossiles des mollasses marines du midi de la France sont, comme celles de Suisse et même du bassin inférieur du Rhin, de l'âge des faluns de la Touraine et non de celui des grès de Fontainebleau, on aura une explication satisfaisante de la discordance observée par M. Coquand, et elle servira à séparer dans la Provence comme dans le bassin parisien les deux étages du terrain tertiaire moyen.

Il resterait donc pour toute indication de contemporanéité l'identité vraie ou supposée entre les mammifères fossiles des

gypses de Paris et d'Aix; mais, comme cette indication pourrait paraître d'une plus grande importance, je crois devoir discuter toute la question paléontologique, et l'on verra si c'est avec raison que j'ai adopté la solution géologique qui précède.

Les fossiles découverts jusqu'à ce jour dans les terrains en question sont des mammifères dont les uns ont en effet une certaine affinité avec ceux si célèbres de Montmartre, mais dont les autres en ont pour le moins autant avec certaines espèces de dépôts incontestablement miocènes : des poissons surtout observés à Aix qui ont des analogues dans les gypses parisiens et des identiques dans les couches miocènes; des reptiles encore indéterminés ou non comparables; des insectes et des mollusques d'eau douce ou d'eau saumâtre, qui ne sont d'aucune utilité dans la question.

Mais les végétaux pourront nous fournir de précieux renseignements.

Les lignites ont présenté souvent et dans de nombreuses localités des débris de l'*Anthracotherium magnum*, qui n'est pas moins commun dans les terrains miocènes de l'Auvergne et des parties plus basses du bassin de la Loire. Je n'ai pu différencier d'une espèce de *Sus* de ce dernier gisement des ossements de ces mêmes lignites trouvés au Monte-Bamboli. Il en est de même d'un ruminant récolté à Cadibona par M. Gastaldi; ce ruminant est identique avec une espèce d'Auvergne encore inédite.

Un phénomène bien singulier, c'est la présence des *Palæotherium* et des *Anaplotherium* dans des terrains gypseux, éocènes dans le Midi, d'après M. Coquand, miocènes d'après nous, et certainement miocènes dans la Haute-Loire. Ici le gypse ne constitue qu'un accident dans le dépôt lacustre, et il paraît cependant que c'est dans cette seule partie que sont les *Palæotherium* et les *Anaplotherium*, accompagnés, il est vrai, de toute la série si importante des autres mammifères de l'époque miocène. Ces *Palæotherium* du Puy ressemblent autant à ceux de Paris que le font ceux d'Aix, de Gargas, etc., et il n'y a pas de motifs pour leur identifier les uns plutôt que les autres; car on ne connaît pas encore les parties caractéristiques comparables à celles connues des espèces types. Il y a plus même, c'est que dans un sous-genre que j'ai séparé sous le nom de *Plagiolophus* (renfermant le *P. minus* et voisins), je trouve identité plus complète entre les pièces de Gargas et du Puy qu'entre celles-ci et les analogues de Paris; d'où l'on peut conclure que l'existence des *Palæotherium*, et autres genres qui les accompagnent,

les terrains dont l'âge est contesté, ne peut être d'aucune té pour la solution du problème, quand même on admet- leur identité spécifique d'après l'opinion de certains pa- tologistes; car il résulterait simplement de là leur existence ıltanée dans deux grandes formations successives, et non que les terrains d'Auvergne et du Velay dussent être rangés ıombre des dépôts éocènes, comme le veulent ces mêmes ontologistes; car il est bien hors de doute que ces terrains bassins de l'Allier et de la Loire supérieure sont identiques, ıe sous le rapport des fossiles, avec les terrains de l'Orléa- . Les poissons d'Aix, quoique caractérisant une faune d'eau nâtre, ont des identiques en Auvergne, le *Lebias cephalotes*, *nerdis minutus*, et peut-être une troisième espèce inédite ırtenant à un type intermédiaire aux Cyprins et aux Bro- s. Les insectes qui, dans les deux régions, accompagnent poissons, offrent peut-être aussi quelques identités; mais ces ıtités seraient trop contestables pour être utilisées ici. Parmi végétaux, nous trouvons comme plus caractéristique le *Fla- aria Lamanonis* d'Aix et d'Auvergne, mais non de Paris, où trois ou quatre espèces que nous connaissons ont des formes es différentes. Les *Thuytes* et le *Phyllites cinnamomeifo-* sont aussi communs aux deux gisements, et viennent encore uyer mon opinion, que je résumerai dans les faits suivants. es terrains tertiaires d'Auvergne et du Velay appartiennent ontestablement aux terrains miocènes, et sont d'un âge in- médiaire à celui des grès de Fontainebleau et des fahluns de Touraine. Leur paléontologie est plus semblable à celle des ains à gypse et lignite de la France méditerranéenne qu'à e des gypses de Paris; car, outre le facies de terrain gyp- x qui est commun aux deux premières régions, il y a entre rs fossiles non éocènes de nombreuses identités. La discor- ıce de stratification entre les mollasses à Scutelles et les ıses est comparable à celle qui existe entre les fahluns et les aires de la Beauce synchroniques de ceux d'Auvergne; d'où ıe croyons pouvoir conclure que les terrains d'âge contesté Midi de la France sont les équivalents du terrain tertiaire yen inférieur, c'est-à-dire correspondent aux calcaires de Beauce et de l'Orléanais, au moins dans les parties dont nous naissons les fossiles.

M. Coquand réplique que l'identité reconnue par M. Pomel tre les mammifères de Paris, des environs du Puy, et ceux

de Gargas, donne beaucoup de poids à l'opinion qu'il a soutenue dans son travail; qu'en réalité le point délicat de la question est tout entier dans la détermination de ces fossiles, puisque les gypses, dans le midi de la France, sont discordants avec les mollasses miocènes, et qu'alors il est impossible *à priori* de décider si ces gypses se rapportent, quant à la position, à ceux de Montmartre ou bien à ceux de la Limagne. Mais en admettant même les horizons tracés par M. Pomel, il existerait comme étages inférieurs aux gypses les argiles rouges et les lignites de Fuveau, dont on ne peut méconnaître l'importance, et dont les travaux préparés par M. Matheron pour en reconstituer la faune en feront un des terrains lacustres les plus remarquables, à cause des nombreuses espèces que ce savant est parvenu à recueillir.

M. Delahaye lit la notice suivante :

Quelques réflexions au sujet d'une lettre de M. l'abbé Landriot, par M. Delahaye.

Dans la séance du 18 décembre 1848, M. le secrétaire a communiqué à la Société une lettre de M. l'abbé Landriot dans laquelle ce savant fait quelques observations au sujet d'une note insérée dans le tome V, p. 304-308 du *Bulletin*. N'ayant pas assisté à la séance de ce jour, je n'ai pu répondre aux objections de M. l'abbé Landriot. C'est seulement au 15 mars que j'ai eu connaissance de la lettre par sa publication au *Bulletin*.

La Société se rappelle que, dans une séance de l'année dernière (8 mai), à la suite d'une discussion engagée sur l'âge des schistes bitumineux des environs d'Autun (Saône-et-Loire) et de Buxière-la-Grue (Allier), j'ai formulé la proposition suivante : « Les schistes de Muse et de Buxière-la-Grue forment une nouvelle subdivision dans cet ensemble de dépôts qui constituent le terrain permien. » J'appuyai cette proposition de quelques observations pratiques longuement étudiées, mûrement réfléchies. De plus, par une note insérée dans le *Bulletin* au compte rendu de la même séance, j'entrai dans quelques considérations sur la faune et la flore de ces dépôts, et je consignai plusieurs faits d'ensemble, pris chacun isolément dans les schistes de Muse, formation souvent explorée par les géologues, et spécialement étudiée par les naturalistes éduens.

Dans une simple note, comme dans la discussion, je ne pouvais invoquer les faits que synthétiquement. Je jetais un regard rapide sur les schistes bitumineux des environs d'Autun et de Buxière-la-Grue; j'en essayais le parallèle avec ceux des environs d'Oschatz, décrits par le savant professeur de Leipsig, M. Charles Naumann, dans sa lettre à sir Murchison; j'annotais *à priori* ce que ces formations pouvaient avoir d'ensemble. Là se bornait ma mission, je n'avais point à en faire l'analyse. Je crois cependant devoir répondre aux observations de M. l'abbé Landriot.

Première objection. — « Les petits fossiles très nombreux, dit-il, renfermés dans les schistes de Muse, et que l'on avait d'abord pris pour des *Posidonia*, appartiennent au genre *Cypris.* » — Je ne sache pas avoir jamais nié ce fait bien acquis à la science, et que le jugement porté en 1845 par M. Alcide d'Orbigny rendrait irrévocable pour moi. J'ai cité une remarque faite par un géologue de qui certes M. l'abbé Landriot ne mettra pas en doute l'habileté d'investigation. Dans la course du 2 septembre 1836, ai-je dit, lors de la réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Autun, M. Michelin « a fait remarquer des fossiles qu'il avait observés dans les schistes de cette localité, et qui *paraissaient* devoir se rapporter au genre *Posidonia.* » Cette citation coïncidait avec la remarque de M. Naumann quand il dit, en parlant des grès, des argiles schisteuses et des schistes bitumineux des environs d'Oschatz : « Il y a même beaucoup de poissons semblables aux *Palæoniscus* ou *Amblypterus*, et aux *Xenacanthus* de M. Beyrich, réunis à une foule de grandes *Cypris*, *ressemblant à des empreintes de Posidonia minuta.* » Maintenant je demanderai si la présence des *Cypris* exclut d'une manière absolue les *Posidonia.*

Deuxième objection. — « Les poissons sont très abondants à Muse, mais ils se trouvent *également disséminés dans tous les schistes* de la plaine; ils n'existent pas seulement dans la partie supérieure du terrain, comme le suppose M. Delahaye; on les trouve encore dans l'intérieur même des couches. Bien plus, l'espèce que l'on a rapportée au *Palæoniscus magnus n'existe pas à Muse;* du moins je ne sache pas qu'on l'y ait jamais rencontrée. » — M. l'abbé Landriot est en contradiction avec lui-même, car, dans une notice géologique sur la formation des schistes de Muse, communiquée par ce savant à la Société éduenne, il dit : « Un phénomène vraiment étonnant dans l'histoire des fossiles, c'est l'*immense quantité de Paléonisques* ren-

fermés dans les schistes de Muse; ils y sont presque aussi abondants que la Gryphée arquée dans le lias. Au village de Muse, ils sont recélés dans les assises *tout à fait inférieures*, mais dans les autres localités ils paraissent *inégalement disséminés* dans les schistes. » Plus loin, au § III de la même notice, M. l'abbé Landriot ajoute : « Le *Palæoniscus magnus*, caractéristique des schistes de la Thuringe, est *assez commun dans les schistes d'Autun*, et même, pour les autres poissons de *Muse*, M. Agassiz leur trouve une assez grande ressemblance avec les Paléonisques que M. de Dechen a découverts en Bohême, dans des couches de calcaire subordonnées au grès rouge. »

« On objectera peut-être, continue M. l'abbé Landriot, que les poissons appartiennent aux mêmes genres que ceux de la Thuringe; mais l'espèce n'est généralement pas la même. M. Agassiz avait remarqué que dans le genre Palæoniscus, les espèces qui appartiennent au terrain houiller ont les écailles parfaitement lisses, tandis que celles du Zechstein les ont striées (Ag. t. 2, p. 41). Mais cette observation est détruite par la découverte des *Palæoniscus magnus*, *dont les écailles sont striées et qui se trouvent dans les schistes de Muse* avec les autres Paléonisques dont les écailles *sont lisses*. »

J'avoue que la présence du *Palæoniscus magnus* à Muse m'a toujours étonné, mais je me serais bien gardé de nier le fait, quand M. l'abbé Landriot, qui a fait une étude toute particulière de ce terrain, l'avait, lui savant de la localité, *consigné* dans sa notice géologique sur la formation des schistes de Muse.

Dans les quelques excursions que je fis dans les environs d'Autun, je n'ai jamais rencontré les Paléonisques à écailles striées que dans les couches supérieures du terrain; les sujets entiers y sont rares relativement *aux couches inférieures de Muse;* mais on y trouve de nombreuses écailles disséminées *inégalement* dans la pâte de la roche, rarement quelques fragments d'arêtes, tandis qu'au village de Muse j'ai remarqué, comme plusieurs membres de la Société ont pu le faire : 1° Que les poissons fossiles se trouvaient en abondance avec des Coprolithes d'un certain volume, *principalement* dans les assises *les plus inférieures* de la formation (ce fait, d'ailleurs, est confirmé dans le rapport de la session de 1836. Réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Autun); 2° que ces fossiles étaient à écailles lisses; 3° qu'ils étaient généralement étendus entre les feuillets du schiste dans le sens

la lame, à la manière des micas; 4° qu'on les retrouvait presque toujours entiers et en bon état de conservation. Ce sont ces considérations qui, jointes à d'autres observations géognostiques, l'ont porté à supposer que les schistes bitumineux des environs d'Autun avaient dû être formés à deux reprises différentes dans une même période géologique.

Les questions que soulève l'étude des schistes bitumineux sont aussi nombreuses que complexes, et ne pourront être résolues que par la comparaison d'un très grand nombre de faits déduits eux-mêmes d'observations minutieuses souvent répétées. Il serait du plus grand intérêt pour la science que les géologues entreprissent de nouveau leurs études sur ces singuliers dépôts, qu'une même puissance semble avoir reproduits sous forme d'accidents, à travers plusieurs époques géologiques.

M. Pomel fait observer à M. Delahaye que les poissons à écailles striées de Muse ne sont pas des *Palæoniscus*, mais doivent constituer un genre nouveau, et que l'on trouve dans les schistes bitumineux d'Autun le *Diplodus gibbus*, poisson qui n'était connu que dans le terrain houiller de l'Écosse. M. Pomel pense que ces schistes bitumineux ne peuvent pas être rapportés au terrain permien.

M. Boubée fait remarquer que de la discussion précédente il ressort, selon lui, que rien n'est plus dissemblable que tous les terrains à schistes bitumineux avec poissons, et que le terrain houiller est contemporain des terrains de transition.

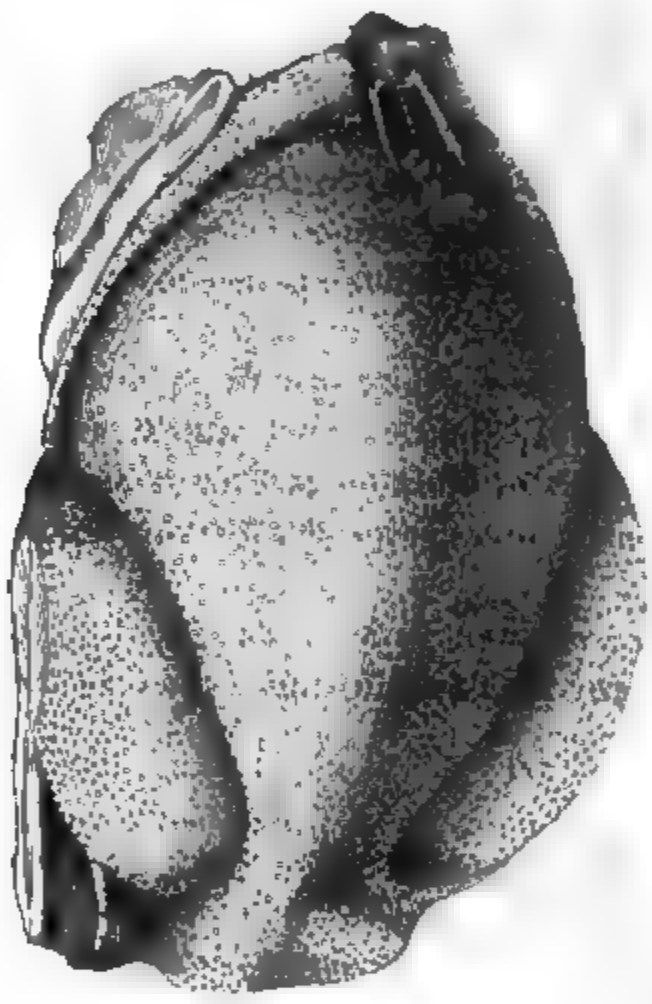
Note sur de nouvelles espèces de fossiles, découvertes en Bretagne, par M. Marie Rouault, pensionnaire de la ville de Rennes.

Dans une notice que j'eus l'honneur de communiquer à la séance extraordinaire du 5 juillet 1847, j'avais figuré et mentionné un fragment de tête de Trilobite trouvé à Vitré, fragment que, malgré le petit nombre de caractères qu'il m'avait offerts, j'avais néanmoins reconnu appartenir à une espèce nouvelle d'un genre non encore connu en Bretagne.

Mais les nombreuses et importantes additions que j'ai faites depuis à ce travail, pour le rendre aussi complet que possible, m'ont forcé de donner aux figures représentant les animaux qui en sont le sujet des dimensions plus grandes que celles que je

leur avais assignées d'abord; par suite les planches se trouvant remplies, je me suis vu obligé d'en éliminer celle qui était relative au fragment dont je viens de parler, et de retrancher du texte ce qui le concernait.

Lors du dernier voyage que j'ai fait en Bretagne dans la même localité, j'ai été assez heureux pour rencontrer une portion considérable du corps de cette même espèce, et d'y constater des caractères particuliers qui m'ont mis à même de reconnaître que ce fossile différait essentiellement de tous ses congénères, non seulement par ceux de la tête, mais encore par d'autres non moins importants qui se remarquent sur le pygidium. Aussi me suis-je cru autorisé à en faire une espèce nouvelle se rapportant au genre *Lichas*, de Dalmann, et à laquelle j'ai donné le nom de *L. Heberti*.



Lichas Heberti, Noh., des schistes de Vitré, portion de la tête (glabelle), grandeur naturelle; dessiné d'après nature par Marie Romanet.

Il se distingue par les caractères suivants : A la tête, la glabelle présente trois lobes, dont deux latéraux, séparés du médian par deux sillons très profonds, qui commencent près du

·d occipital, où ils sont très voisins l'un de l'autre, s'écartent plus en plus, et vont gagner le bord marginal en décrivant : ligne qui, très courbe d'abord, le devient de moins en ins au fur et à mesure qu'ils s'avancent vers la partie externe.

La pièce moyenne, très développée antérieurement et très llante, se rétrécit de l'avant à l'arrière, de telle sorte que, s du sillon nucal, elle a perdu les quatre cinquièmes de la geur qu'elle présente en avant. Elle est, comme toutes les autres ·ties de cet animal, couverte d'une granulation irrégulière.

Les lobes latéraux, de forme allongée, présentent, au tiers ·iron de la longueur du sillon qui les sépare du lobe médian, : dépression qui caractérise cette espèce. Près du bord occi- ıl, ils paraissent aussi s'unir, par un prolongement mince, à : autre partie saillante que l'état de notre échantillon ne ıs permet pas de décrire ici.

Le thorax ne semble pas différer de la même partie chez les .res espèces de ce genre; mais il n'en est pas ainsi du pygi- .m, qui présente, à son lobe moyen, trois sillons bien dis- cts, répondant à ceux qui séparent les articulations sur les ›es latéraux. Ces sillons égalent presque la profondeur de ıx qui existent à la partie médiane du thorax. Ce caractère st offert par aucune autre espèce de ce genre. Quelques unes ılement présentent de légères dépressions comme derniers lices de la division segmentaire de cette partie de l'animal. tte espèce se distingue aussi par ses proportions énormes. ınimal auquel a appartenu la portion de tête que je viens de :rire (figurée ici de grandeur naturelle) ne paraît pas avoir eu ›ins de 40 centimètres de long, tandis que les plus beaux :mplaires que j'aie vus, appartenant à d'autres espèces, n'en ı que 15 ou 18 au plus.

La découverte de ce genre, nouveau pour la Bretagne, et celle .utres fossiles que je ferai connaître très prochainement (1),

---

(1) Les espèces les plus intéressantes de ces fossiles, qui appartien- ıt à la faune paléozoïque, se rapportent à la famille des Trilobites et a classe des Mollusques. Parmi les premiers, j'ai déjà reconnu deux ›èces du genre *Homalonotus*. L'une, trouvée dans le grès (quartzite) Vitré, paraît devoir être rapportée à l'espèce que M. Deslongchamps igurée sous le nom d'*Asaphus Brongniarti*, ce qui me fait considé- · le grès de May, d'où provient cette dernière, comme étant iden- ue avec celui de Vitré. L'autre espèce, que je n'ai pas eu le temps ·tudier, vient du calcaire d'Yzé. Parmi les mollusques, plusieurs es-

ont d'autant plus d'intérêt pour moi, que, sous deux points de vue différents, elles viennent confirmer mes idées sur les terrains de cette contrée :

1° Quant aux conclusions auxquelles m'ont conduit mes études géologiques, études que je continue depuis 1836, conclusions qui tendent à ramener à la même formation des roches qui se rencontrent sur des points quelquefois fort écartés les uns des autres, et dans des conditions telles qu'on aurait pu croire qu'elles étaient d'âge différent, et *vice versâ* (1);

2° Un autre point de vue sous lequel ces découvertes me paraissent dignes d'intérêt est le suivant : le parallèle que j'établis

---

pèces de différents genres proviennent des grès de Vitré, de Saint-Germain et de Bain, du calcaire de Gahard et d'Yzé, du schiste de Vitré, de Poligné, d'Angers, etc., etc.

(1) Déjà, au mois de janvier 1846, dans une lettre communiquée à la Société philomathique de Paris, j'appelais l'attention des savants sur ce sujet; mais ce n'est bien que dans le catalogue joint au Mémoire que j'eus l'honneur de communiquer à la fin de la même année à la Société géologique de France, qu'il fut facile de reconnaître que les fossiles que l'on rencontre dans le schiste de Vitré, par exemple, sont identiquement les mêmes que ceux provenant de Bain, de la Hunaudière, d'Angers, etc., etc., bien que, sur ces divers points, le schiste où on les recueille présente de notables différences d'aspect et de texture.

La *Calymene Tristani* est bien certainement, comme on le sait depuis longtemps, l'espèce type qui caractérise le terrain silurien inférieur dans l'ouest de la France. J'avais signalé ce fossile comme se trouvant à la Couyère, à Angers, à Bain, à Vitré, à la Hunaudière et au Caro (Morbihan). Il ne me restait donc plus de doute sur l'identité de formation de ces divers gisements. Aussi est-ce avec une vive satisfaction que je viens de reconnaître parmi les fossiles que M. Danielo a rapportés de Monteneuf, non loin du Caro, où j'avais signalé la *Calymene Tristani*, la plupart des espèces qui se rencontrent dans les autres gisements où se trouve cette dernière. Ce sont : *Ogygia Guettardi*, *Illænus Desmaresti*, *I. crassicauda*, et enfin *Lichas Heberti*.

Des rapports semblables sont loin d'exister entre des points quelquefois fort rapprochés, tels que Vitré et Yzé, ou pas une espèce n'est commune à ces deux localités. Même les fossiles que l'on pourrait trouver dans le schiste ardoisier qui constitue le versant S. de la colline de Bon-Air (commune de Gahard) différeraient de ceux que l'on rencontre dans le calcaire qui se trouve au versant N. et dans le schiste qui lui fait suite dans cette dernière direction. La première roche (celle du versant S.) appartient au système silurien, tandis que celles du versant N. (calcaire et schiste) dépendent du système dévonien. L'une et l'autre diffèrent essentiellement de celle qui forme le sommet de ladite colline. Cette roche, qui est un grès régnant à la fois et en

entre la faune paléozoïque de l'ouest de la France et celle des autres régions, où il existe des terrains anciens fossilifères, me permet dès à présent de reconnaître que la Bretagne, ce pays naguère réputé si pauvre sous ce rapport, ne le cède déjà plus, pour l'importance des espèces qu'elle nous présente, aux contrées les mieux étudiées et le plus anciennement connues.

M. Marie Rouault donne ensuite lecture d'une *Note sur des recherches faites à Rennes, à l'effet d'y trouver des eaux jaillissantes.*

Dans cette Note l'auteur présente les considérations qui l'ont conduit à nier la possibilité d'obtenir, dans la ville de Rennes, des eaux jaillissantes, malgré les espérances que semblaient donner les résultats, mal interprétés, d'un forage pratiqué dans les faubourgs.

Séance du 2 avril 1849.

PRÉSIDENCE DE M. D'ARCHIAC.

M. Bayle, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce ensuite une présentation.

---

stratification discordante sur les deux groupes que nous venons de citer, et contenant des fossiles rares, mais qui lui sont propres, constitue évidemment une formation particulière.

On rencontre cette roche siliceuse sur une très grande étendue de pays autour de Rennes. Elle a été diversement modifiée, et présente aujourd'hui des solutions de continuité très marquées. En traitant de quelques unes des causes qui ont agité le sol de cette contrée, j'espère justifier l'idée que j'émets ici, à savoir que cette roche (pour tous les points où je l'ai observée) constitue une seule et même formation postérieure aux terrains dévoniens de cette région déjà reconnus.

Cette opinion que j'ai soutenue il y a déjà longtemps, et tout récemment encore en présence de plusieurs de nos collègues, contre une théorie qui en diffère singulièrement, est l'objet d'un travail particulier sur lequel j'aurai l'honneur d'appeler l'attention de la Société.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des savants;* janvier et février 1847.

De la part de M. de Koninck, *Recherches sur les animaux fossiles*, 1re partie. *Monographie des genres Productus et Chonetes;* in-4, 246 p., 20 pl. Liége, 1847; chez Dessain.

De la part de M. Paulin Talabot, *Société d'études de l'isthme de Suez. — Travaux de la brigade française. — Rapport de l'ingénieur. — Plan général et nivellements;* in-8, 203 p., 5 cartes grand aigle. Nîmes, 1847; chez Durand-Belle.

De la part de M. Murchison, *On the geological structure*, etc. (De la structure géologique des Alpes, des Carpathes et des Apennins, plus particulièrement de la transition du type secondaire au type tertiaire, et de l'existence de vastes dépôts éocènes dans l'Europe méridionale) (extr. du *London, Edinburgh and Dublin philosophical Magazine and Journal of science*, mars 1849); in-8, 10 p.

De la part de M. le préfet de la Sarthe, *Service des cours d'eau non navigables du département de la Sarthe* (extr. des *Procès-verb. des séanc. du conseil général* (session de 1848), et du *Recueil des actes admin. de la préfecture*); in-8, 32 p. Le Mans, 1849; chez Julien, Lanier et Ce.

De la part de M. Boutiot, *Essai géologique sur les sources de la Barse* (extr. des *Mém. de la Soc. d'agric., des arts et belles-lettres du département de l'Aube;* nos 5 et 6, 2e sér., 1er et 2e trim. 1848); in-8, 29 p., 1 pl. Troyes, 1848.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences; 1849, 1er semestre, t. XXVIII, nos 12 et 13.

L'Institut; 1849, nos 794 et 795.

Bulletin de la Société de géographie; 3e série, t. X, no 58, octobre 1848.

Académie des sciences et lettres de Montpellier. — Mémoires de la section des sciences, année 1848.

The Athenæum; 1849, nos 1117 et 1118.

Bulletin des séances de la Société vaudoise des sciences na-

turelles; n° 19, suite de la séance générale du 21 juin 1848.

M. le chargé d'affaires de Saxe annonce à la Société la perte qu'elle vient de faire en la personne de M. Ed. Francke, docteur en médecine, décédé à Dresde dans le courant du mois de janvier dernier.

M. Delesse donne lecture de la notice suivante :

Notice sur une roche porphyrique à base de feldspath andésite intercalée dans le terrain de transition de Chagey (Haute-Saône), par M. Delesse.

Près de Chagey, dans la Haute-Saône, on rencontre une roche qui ne se rapporte à aucune de celles que j'ai décrites jusqu'à présent, et qui m'a paru devoir être étudiée d'une manière spéciale.

Elle a été considérée tantôt comme porphyre de transition, tantôt comme porphyre pyroxénique : c'est un porphyre vert foncé dont la base est un feldspath se présentant en cristaux généralement verdâtres, mais dont la couleur est souvent presque aussi foncée que celle de la pâte par le mélange d'une grande quantité de silicate de fer et de magnésie, en sorte que la structure porphyrique de la roche n'est pas toujours très bien caractérisée.

Feldspath. —De même que j'ai déjà eu l'occasion de le mentionner pour les porphyres que j'ai étudiés précédemment et dont le feldspath contenait de l'eau de combinaison, le premier effet produit par l'altération de l'atmosphère est de donner au feldspath du porphyre de Chagey une couleur rouge de brique, après quoi il se kaolinise.

Sa densité est de.	2,733 à 2,740
Soit = ...	2,736
Sa dureté est plus petite que. . .	6

Ses cristaux sont toujours peu nets, et la structure porphyrique est assez confuse; cependant on observe généralement des formes parallélipipédiques simples, et en outre des stries très rapprochées, indiquant que les cristaux sont maclés et que le feldspath appartient au dernier système cristallin.

Au chalumeau, sa fusibilité est à peu près celle de l'oligoclase, et il ne présente rien de particulier.

J'ai déterminé sa composition au moyen de 2 attaques, l'une par le carbonate de soude et l'autre par l'acide fluorhydrique: j'ai trouvé ainsi pour des cristaux d'un échantillon pris à la digue de l'étang de Chagey :

	1,a carb. soude.	1,a fl. h.		Moyenne.		Oxygène.	Rapp.
Silice	59,95	»		59,95		31,148	8
Alumine	24,13	»		24,13	11,278	11,600	3
Peroxyde de fer	1,05	»		1,05	0,322		
Protoxyde de manganèse	traces	»		traces			
Chaux	5,50	5,80		5,65	1,587		
Magnésie	»	»	(diff)	0,74	0,310		
Soude	»	5,39		5,39	1,378	4,067	1
Potasse	»	0,81		0,81	0,137		
Eau	»	2,28		2,28 1/3	2,026		
				100,00			

Si l'on fait abstraction de l'eau de ce feldspath, on trouve que sa composition se rapprocherait de celle de l'oligoclase; si au contraire on admet, comme cela me paraît prouvé, que l'eau joue le rôle de base dans ce feldspath, et si en outre on *suppose*, d'après l'hypothèse de M. Scheerer sur l'isomorphisme polymère, que 3 atomes d'eau remplacent 1 atome de magnésie, on voit, par le tableau ci-dessus, qu'on arrive à très peu près à la formule de l'andesite.

Les idées de M. Scheerer sur l'isomorphisme polymère n'ont pas généralement été admises par les chimistes et par les minéralogistes; et, parmi ceux qui les ont combattues, on peut citer MM. Rammelsberg, Naumann, Bischoff, Haidinger. Assurément il n'est pas démontré que 3 atomes d'eau remplacent 1 atome de magnésie dans des composés isomorphes, mais il me semble cependant qu'on doit regarder l'eau comme jouant le rôle de base dans les composés silicatés et comme s'y substituant à une certaine quantité d'oxyde à 1 atome d'oxygène. Dans quel rapport la substitution a-t-elle lieu? C'est ce qu'il serait difficile d'établir d'une manière précise dans l'état actuel de nos connaissances sur l'isomorphisme polymère; mais on doit néanmoins regarder le rapport hypothétique de 3 à 1 donné par M. Scheerer pour l'eau et pour la magnésie comme un rapport approché, et qui, autant qu'on en peut juger par les nombreuses vérifications auxquelles il a été soumis, n'est probablement pas très éloigné du rapport exact.

Du reste, même en n'adoptant pas l'hypothèse de M. Scheerer, il me semble qu'on doit néanmoins regarder l'eau comme jouant le rôle d'une base faible, et par suite la quantité d'oxygène de $\dot{R}$ sera augmentée; il en résulte alors qu'en admettant

e le rapport de $\dot{R}$ à $\dddot{R}$ doive nécessairement être de 1 : 3, ce
i paraît constant pour tous les feldspaths, celui de $\dot{R}$ à $\dddot{R}$
a à très peu près de 1 : 8. Je pense donc que l'on doit regarder
feldspath du porphyre de Chagey comme un *feldspath ansite* renfermant des quantités à peu près égales de chaux et
lcalis, ainsi que de l'eau de combinaison et ayant une comsition très voisine de celle de l'andesite des Cordilières analysé
r M. Abich.

La coloration du porphyre est produite par une substance
n vert foncé intimement répandue dans sa masse, et qui, d'aès l'analyse de la pâte qu'on trouvera plus loin, est plus abonnte dans ce porphyre que dans le mélaphyre de Belfahy (1);
elques grains cristallins microscopiques et d'un vert noirâtre
i se sont séparés de la pâte de la roche paraissent d'ailleurs se
pporter au pyroxène, et ils sont accompagnés d'une très petite
antité de fer oxydulé qu'il est facile de reconnaître par la
vacité avec laquelle il adhère au barreau aimanté.

Quant aux minéraux accidentels qu'on rencontre dans le porhyre de Chagey, ils ne diffèrent pas de ceux qui ont été signas déjà dans le mélaphyre Belfahy (1) : ce sont la *pyrite de fer*, *quartz*, la *chaux carbonatée*, la *chlorite ferrugineuse* et *épidote;* de plus, leur mode de gisement est absolument idenque : on les observe surtout près de la goutte Saint-Saül, où le orphyre passe au *spilite* et au *spilite brèche*.

Masse de la roche. — La densité de la masse du porphyre st, ainsi qu'il était facile de le prévoir, supérieure à celle de on feldspath constituant; pour un échantillon pris à la digue e l'étang de Chagey, elle était de 2,759.

Son *pouvoir magnétique* (2) est élevé, et je l'ai trouvé égal à 73, celui de l'acier étant représenté par 100,000.

J'ai déterminé la perte au feu de plusieurs variétés, et j'ai btenu :

(*a*)	Porphyre brèche de Chagey.	1,73
(*b*)	Porphyre vert foncé de Chagey.	2,79

(1) *Annales des mines* (1847), t. XII, p. 195. — Mémoire sur la constitution minéralogique et chimique des roches des Vosges, par M. Delesse. — Porphyre de Belfahy.

(2) Voir *Annales des mines*, 4e série, t. XIV. — *Sur le pouvoir magnétique des minéraux et des roches*, par M. Delesse.

ceux qui ont déjà été énoncés depuis plusieurs années pour le porphyre de Belfahy, résultats qu'on peut considérer comme s'étendant à tous les porphyres proprement dits ayant pour base un feldspath du sixième système associé à une certaine quantité de silicate de fer et de magnésie.

La quantité de silice du porphyre de Chagey est à peu près égale à celle du feldspath andesite constituant.

Ce porphyre contient moins d'alumine et moins d'alcali que le feldspath ; il est au contraire plus riche en oxyde de fer et en magnésie.

Les rapports entre les quantités d'oxygène de R, $\dddot{\mathbf{R}}$, $\dddot{\mathrm{Si}}$, dans le porphyre, peuvent se représenter algébriquement par la notation :

$$\div \dot{\mathrm{R}} : \dddot{\mathbf{R}} < 3 : \dddot{\mathrm{Si}} < 8.$$

La végétation et le peu d'étendue du porphyre de Chagey rendent son étude difficile. On l'observe à la digue de Chagey, ainsi que dans le bois de Nan, dans celui de la Thure, près d'Etobon, et aussi entre les Valettes et la côte des Chênes, dans les bois de Saulnot; sur le chemin qui conduit du haut fourneau de Chagey à la goutte Saint-Saül, il est engagé dans le terrain de transition, et de plus il offre cette particularité remarquable qu'il paraît se transformer peu à peu en une serpentine avec laquelle on le voit alterner plusieurs fois. Sur la route de Luze, il s'engage intimement dans le schiste de transition auquel il passe d'une manière insensible, en sorte qu'il serait impossible de tracer aucune limite entre le porphyre et le schiste; d'après cela, je serais porté à regarder cette roche porphyrique de Chagey à base de feldspath andesite comme une *roche métamorphique* résultant par exemple de l'action qui a été exercée sur le schiste de transition de la contrée par un porphyre dont on observe un dyke près de l'étang de Chagey, et qui a la composition de celui de Terunay (1).

M. Deville fait à M. Delesse les observations suivantes .

J'admets parfaitement, comme M. Delesse l'a déjà établi par plusieurs exemples, et notamment par l'analyse qu'il vient de communiquer à la Société, la présence de l'eau dans certains

(1) *Annales des mines*, t. XII, p. 283.

éléments constituants, que ces éléments aient nettement cristallisé ou qu'ils soient restés à l'état indistinct.

Le feldspath qui a été analysé par M. Delesse, et qu'il rapporte à l'*andésine* d'Abisch, contient environ 2 p. 100 d'eau qui est, d'après lui, une partie essentielle de la combinaison; d'ailleurs il considère comme étant hydratés beaucoup de minéraux du genre feldspath. La question de savoir si les feldspaths renferment de l'eau de combinaison comme élément essentiel m'a paru depuis longtemps fort importante, et les études que j'ai faites sur ce sujet ne me permettent pas d'admettre les conclusions de M. Delesse. Je me suis livré à de longues recherches concernant la présence de l'eau dans les roches et les minéraux silicatés; les principaux résultats que j'ai obtenus ont été consignés dans une note insérée dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXV, p. 208, n° 5, 2 août 1847, et dans un Mémoire publié dans le *Bulletin de la Société géologique*, 2e série, t. IV, p. 1018, 7 juin 1847. J'ai reconnu que les silicates réputés anhydres, et même le quartz hyalin, renferment en général d'un demi-millième à un demi-centième d'eau qui n'est pas à l'état hygroscopique, car la plus grande portion y reste unie à une température supérieure à 100°; d'ailleurs l'eau qui se dégage d'un silicate entre 0° et 100° n'est pas uniquement de l'eau hygrométrique, et j'ai observé qu'habituellement ces minéraux perdent d'autant plus d'eau entre 0° et 100°, que la quantité totale qu'ils en contiennent est plus considérable.

Les minéraux feldspathiques, lorsqu'ils sont parfaitement transparents, incolores, sans teinte opaline, ne renferment pas beaucoup plus d'un millième d'eau et toujours moins d'un demi-centième; mais quand ils sont seulement translucides, laiteux ou opaques, ils peuvent en contenir davantage, jusqu'à 2 ou 2 1/2 p. 100. En général, il y en a d'autant plus que les feldspaths ont moins d'éclat, moins de transparence et moins de netteté dans les clivages; le feldspath laiteux ou opalin est déjà plus riche en eau que le feldspath complétement diaphane (1). D'après ces faits, que ne conteste pas M. Delesse, il me semble

(1) De tous les pétrosilex que j'ai examinés (ces substances ne sont pas de vrais feldspaths), celui de Sala, qui est le plus fortement translucide et qui, vu en petites esquilles, possède une demi-transparence, est le plus pauvre en eau; il n'en contient guère qu'un demi-millième.

fort douteux que l'eau soit un des éléments essentiels des feldspaths, et qu'elle y ait existé dès l'origine; car nous voyons qu'elle s'y trouve dans des conditions très variables et qu'il n'y en a que des quantités très minimes dans les spécimens que nous pouvons considérer comme les véritables types de ces minéraux. L'échantillon qui a été analysé par M. Delesse n'est que translucide, et l'on ne peut être certain de sa complète pureté. Le feldspath est une de ces substances minérales qui se présentent sous divers états : 1° compacte et en même temps opaque ou translucide; 2° lamelleux et translucide; 3° doué de clivages nets et demi-transparents, laiteux, opalin ou coloré; 4° diaphane et incolore, à faces très miroitantes et faisant entre elles des angles constants. Tous les minéralogistes et les chimistes reconnaissent que les minéraux sont les plus purs lorsqu'ils se présentent sous ce dernier état. Que l'on étudie en effet divers échantillons d'un même minéral appartenant soit au feldspath, soit à la chaux carbonatée, soit à la baryte sulfatée, etc., c'est dans les échantillons diaphanes que l'on observera les caractères les plus nets et les plus constants sous le rapport de la densité, des propriétés cristallographiques et optiques, de la composition, en un mot, de toutes les propriétés physiques et chimiques.

La présence de l'eau dans certains échantillons de feldspath translucide ne me paraît pas être un motif suffisant pour autoriser à établir des espèces feldspathiques hydratées, car il est fort possible que ces échantillons soient impurs ou altérés. Pour introduire une pareille innovation dans la science, il faudrait, ce me semble, démontrer que l'eau existe en quantité notable dans les feldspaths transparents, qui sont les plus purs. Or, comme ils en renferment seulement de 1 à 2 ou 3 millièmes, je pense qu'on ne doit pas considérer cette eau comme un élément indispensable et originaire de la combinaison chimique, mais que sa présence peut tenir à différentes circonstances. Ainsi on peut, dans beaucoup de cas, l'attribuer au mélange de substances étrangères, principalement de silicates hydratés, analogues aux minéraux zéolithiques.

Depuis longtemps (voir les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XX, p. 1283) je considère les roches pyrogènes comme ayant été dans l'origine des magmas qui, en se solidifiant, ont pris des états différents, suivant les conditions où ils étaient placés : ils ont formé des masses compactes lorsque le refroidissement a été le plus rapide, des masses porphyriques lors-

u'il y a eu un départ imparfait des éléments, un commencement de cristallisation, et enfin des masses granitoïdes lorsque es circonstances ont été les plus favorables à une complète cristallisation. Ce qui justifie ma manière de voir, c'est que les oches ayant la structure granitoïde sont composées des éléments les mieux définis; très souvent les grains feldspathiques 'y montrent dans un état plus ou moins parfait de transpaence, et cela n'a lieu presque jamais dans les porphyres. D'ailleurs même dans les granites, la cristallisation n'a jamais été ssez développée pour que les principes minéraux se séparas ent complétement les uns des autres et n'offrissent plus de races de mélange. Des recherches auxquelles je me suis livré n'ont démontré qu'au contraire les éléments des granites et utres roches présentent presque constamment des mélanges. Ainsi j'ai reconnu (*Bulletin de la Société géologique*, 2e série, . IV, p. 1037) que de la chaux carbonatée pure ou magnésière, et même de la dolomie, ainsi que de la magnésie carbonatée, se rencontrent dans un grand nombre de roches de toute spèce; il en existe même au milieu d'échantillons de feldspath presque transparent, et il me paraît impossible d'attribuer la présence de ces carbonates terreux à une altération qu'aurait ubie la roche ou à une infiltration : je suis convaincu qu'ils y ont existé dès l'origine. L'oxyde de fer est associé à la plupart des minéraux silicatés : j'ai reconnu que beaucoup d'entre eux, et urtout ceux qui font partie des roches, lorsqu'on les traite par 'acide acétique bouillant, laissent habituellement dissoudre un peu d'oxyde de fer, quoique l'acide acétique soit trop faible pour attaquer le silicate; l'oxyde de fer s'y trouve donc dans un tat particulier, état beaucoup moins stable que la combinaion silicatée.

Le type parfait de pureté chimique me semble ne pouvoir amais se rencontrer dans les éléments des roches pyrogènes, car ls se sont séparés d'un magma et ont cristallisé au contact les ns des autres. La purification a été plus grande, on le conçoit isément, lorsque les cristallisations se sont produites à l'intérieur de druses ou de fentes, car alors les cristaux avaient de 'espace pour se développer : leurs sommets qui se détachent de a masse environnante sont ordinairement plus purs que les portions basiques par lesquelles ils sont en contact les uns avec es autres. D'ailleurs les substances qui se sont séparées lentement d'un liquide aqueux où elles étaient en dissolution ont dû cquérir dans la cristallisation une plus grande pureté que

celles résultant de la solidification par refroidissement d'une masse à l'état de fusion ignée. Dans ce dernier cas, les pénétrations réciproques des corps juxtaposés nous montrent qu'ils ont dû se solidifier à peu près en même temps, et par suite l'isolement des particules de différentes natures n'a pu être parfait; les choses ont dû se passer d'une manière analogue à ce qui a lieu quand une dissolution chaude et saturée de divers sels se prend en masse par refroidissement. Les faits que l'on observe dans nos laboratoires sont tout à fait conformes à ce que nous offre la nature.

Néanmoins la présence de quelques millièmes d'eau dans les feldspaths pouvait encore être attribuée à une autre cause. Des expériences que je n'ai pas encore terminées, car elles exigent beaucoup de temps, me portent à croire (1) que divers silicates, et les feldspaths sont de ce nombre, se trouvant exposés pendant longtemps à un air humide, sont susceptibles d'absorber une petite quantité d'eau qui ne s'en dégage qu'à une température supérieure à 100°. M. Delesse pense, au contraire, que les feldspaths contenant de l'eau peuvent en porter une partie en se rubéfiant et éprouvant un commencement d'altération : son opinion est fondée sur les résultats de l'analyse de deux feldspaths dont l'un à teinte verte renferme plus d'eau qu'un autre coloré en rouge, qu'il regarde comme ayant été altéré. Souvent l'altération première qu'éprouve un minéral ou une roche produit un changement de coloration, comme on le sait depuis longtemps et comme l'a exposé avec beaucoup de détails M. Fournet; les roches grises ou verdâtres prennent une teinte jaunâtre, violacée ou rougeâtre. J'ai vu ce phénomène se produire pendant un laps de quelques années à la surface d'une roche pétrosiliceuse de la Bretagne qui se trouvait dans ma collection. Cependant il est douteux que la teinte rouge annonce toujours un commencement d'altération, et je ne vois rien d'étonnant à ce que les éléments des roches pyrogènes aient eu dans quelques cas une teinte rosée dès l'origine; il suffit pour cela qu'au moment de la cristallisation il y ait eu assez d'oxygène pour peroxyder la plus grande partie du fer. D'ailleurs le feldspath vert dans lequel M. Delesse a trouvé plus d'eau que dans un feldspath rouge pouvait bien contenir en mélange

(1) Déjà ces expériences m'ont démontré que des échantillons de feldspath et de mica, soumis à l'action de l'air humide, éprouvent une légère augmentation de poids.

m silicate hydraté qui ne se trouvait pas en égale quantité lans le feldspath rouge. Je ne conteste pas l'exactitude des procédés analytiques employés par l'habile observateur dont e combats l'opinion ; mais je ferai observer qu'on ne peut connaître la composition d'un silicate et surtout d'un feldspath ju'à un degré d'approximation qui ne peut être supérieur à m centième de la masse totale, et les erreurs que l'on commet ur chacun des éléments en particulier peuvent s'élever à lusieurs centièmes. Or, comme les changements de composition qui résultent d'une légère altération ou d'un mélange de rès petites quantités d'un hydrosilicate sont peu considérables, l est difficile de s'assurer par l'analyse chimique si un minéral ilicaté est parfaitement pur et n'a subi aucune trace d'altération : ussi la question de savoir si les feldspaths perdent ou gagnent e l'eau au contact de l'air me paraît devoir être décidée par es expériences directes plutôt que par des analyses.

M. Damour dit qu'il a fait beaucoup d'analyses de feldspath, dulaire transparent, de labrador et d'oligoclase, et dans tous es échantillons il a toujours trouvé une perte de 1 ou 2 millièmes, et qu'il ne sait pas si c'est à de l'eau qu'il faut l'attribuer ; il faudrait faire un dosage direct pour constater si ces ertes sont dues à l'eau plutôt qu'à toute autre substance.

M. Delesse, répondant à MM. Deville, Durocher et Damour, ait les observations suivantes sur *la présence d'eau de combinaison dans les roches feldspathiques :*

Le fait de la présence d'une quantité notable d'eau dans un rand nombre de roches feldspathiques est incontestable, et dans es recherches de minéralogie chimique que j'ai entreprises depuis 1844, j'ai eu souvent l'occasion d'insister d'une manière oute spéciale sur ce que beaucoup de roches contenaient, comme es Basaltes, de l'eau dont la présence avait échappé jusqu'alors l'analyse chimique.

Cette eau est-elle *contemporaine* de la formation de la roche, u bien au contraire est-elle *postérieure* à cette formation ? Telle est la question dont la solution doit d'abord nous occuper.

A. — Si l'on suppose premièrement que l'eau soit *postérieure* à la formation de la roche, deux cas peuvent se présenter : 1° l'eau est de l'*eau hygrométrique ;* ou bien, 2° elle provient soit

d'une *pseudomorphose*, soit d'une *décomposition* de la *roche*.

1° J'examine le premier cas, celui où l'on admettrait que l'eau est *hygrométrique*.

Il est facile de constater que la quantité d'eau hygrométrique qui se trouve dans une substance est très petite, et que le plus généralement elle ne dépasse pas quelques millièmes de son poids; cette eau est représentée par la perte au feu que donnent toutes les substances, même celles qui sont complétement anhydres ou celles qui ont été fondues. Elle varie d'ailleurs pour une même substance avec son état physique, et elle est plus grande, par exemple, lorsqu'elle est poreuse que lorsqu'elle est compacte, lorsqu'elle est en poudre que lorsqu'elle est en fragments; mais, quoi qu'il en soit, ainsi que cela vient d'être dit, cette perte est toujours très faible et bien inférieure à 1 centième. — Or, en extrayant des cristaux de labrador de la pâte d'un grand nombre de mélaphyres, j'ai trouvé qu'ils contenaient généralement plus de 1 p. 100 d'eau; dans le labrador du porphyre vert antique, il y en a même 2,64 (1); enfin, il y en a 3,15 dans le feldspath du porphyre de Ternuay (2), et j'ai constaté qu'il y en a autant ou même plus dans le feldspath des Euphotides.

Il n'est donc pas possible d'admettre qu'une aussi grande quantité d'eau soit de l'eau *hygrométrique*.

J'observerai en outre qu'il n'est pas possible non plus de la regarder comme de l'*eau de carrière* ou qui aurait imbibé les pores des cristaux, car cette dernière se dégage par une simple dessiccation à l'air. J'ai constaté en effet, dans des recherches antérieures, que la stéatite, le talc et un minéral de Pontivy, pour lequel j'ai proposé le nom de Damourite, étant plongés pendant plusieurs jours dans l'eau, n'en absorbent pas plus qu'ils n'en contiennent naturellement en combinaison, et que, lorsque ces mêmes minéraux ont été calcinés à une faible température, inférieure, par exemple, à celle qui est nécessaire pour qu'ils perdent toute leur eau, au bout de quelque temps ils reprennent par immersion une quantité d'eau telle, qu'ils ont exactement ni plus ni moins d'eau qu'avant la calcination.

2° J'examine maintenant le deuxième cas, celui où l'*eau proviendrait d'une décomposition plus ou moins avancée de la roche ou d'une pseudomorphose*.

Dans cette hypothèse, il est évident que l'eau n'étant pas rete-

(1) *Ann. des mines*, 4e série, t. XII, p. 248. Porphyre vert antique.
(2) *Ann. des mines*, 4e série, t. XII, p 287. Porphyre de Ternuay.

me comme elle l'est dans une combinaison définie, il arriverait ce qui arrive pour les argiles, c'est-à-dire qu'en desséchant plus ou moins un feldspath contenant de l'eau, on aurait des pertes très inégales, suivant le point auquel le feldspath aurait été desséché, et suivant l'état hygrométrique de l'air. Or j'ai desséché sur le bain de sable, à une température inférieure à 100° et pendant plusieurs heures, des feldspaths labradors extraits des mélaphyres, et toujours j'ai obtenu la même perte soit avant, soit après la dessiccation; les différences observées, qui étaient au plus de quelques millièmes pour un même feldspath, tenaient à l'eau hygrométrique ou bien aux erreurs d'observation.

Dans l'hypothèse admise en ce moment, on conçoit d'ailleurs que la teneur en eau varierait non seulement avec la température à laquelle le feldspath a été desséché et avec l'état hygrométrique de l'air, mais aussi avec la position que l'échantillon duquel il a été extrait occupait dans la carrière. Or, dans les nombreuses expériences que j'ai faites pour déterminer la teneur en eau dans des feldspaths extraits d'échantillons que j'avais recueillis moi-même en place, je n'ai jamais remarqué que celui de l'intérieur d'une carrière eût moins d'eau, par exemple, que celui de l'extérieur; la teneur en eau du feldspath constituant d'une même roche était à peu près constante non seulement pour les divers échantillons provenant de la même carrière, mais encore pour ceux des carrières différentes. On peut même voir dans les Mémoires que j'ai publiés sur la *constitution minéralogique et chimique des roches des Vosges*, que la teneur en eau reste comprise entre deux limites peu étendues pour un même porphyre, ainsi que pour ses variétés : l'eau doit donc être engagée dans un composé chimique dans lequel elle est en proportion définie.

Il faut encore observer que si la présence de l'eau dans la roche devait être attribuée à une décomposition lente de ses minéraux, il serait naturel de penser qu'elle renferme d'autant plus d'eau qu'elle est plus ancienne; or c'est l'inverse qui a lieu. Car, quelles sont les roches dans lesquelles il y a le plus d'eau? Ce sont, ainsi que je l'ai démontré antérieurement (1), divers Porphyres, quelques Diorites, mais surtout les Basaltes, les Mélaphyres, les Variolites, les Euphotides, etc., dans lesquels il y

(1) *Bibliothèque universelle de Genève*, n° 22. 1847. — Étude de quelques phénomènes présentés par les roches amenées à l'état de fusion, par M. Delesse.

en a souvent plusieurs centièmes : tandis qu'au contraire, le plus généralement, les Granites et les Roches Granitiques n'en contiennent pas, ou seulement quelques millièmes ; dans les Syénites et dans les Porphyres quartzifères il y en a un peu plus, mais très rarement au delà de 1 centième : cependant les Roches Granitiques sont plus anciennes que les Roches Porphyriques, et surtout que les Basaltes.

Les feldspaths dans lesquels on trouve le plus d'eau sont d'ailleurs, ainsi que cela sera exposé plus loin avec détail, ceux qui sont les plus riches en silice ou ceux qui ont l'origine la plus ancienne ; et au contraire, les feldspaths dans lesquels on trouve le plus d'eau sont ceux qui sont le moins riches en silice, ou dont l'origine est la plus moderne. Or, s'il y avait eu décomposition dans les feldspaths, elle devait être plus avancée sur les premiers feldspaths que sur les seconds, à cause de leur différence d'âge, et aussi parce que l'eau, agissant comme une base faible, devrait, toutes choses égales, tendre à se combiner plutôt avec les feldspaths moins saturés de base qu'avec ceux qui le sont plus.

Si nous examinons, du reste, de quelle manière s'opère la décomposition d'un feldspath, nous pouvons y distinguer deux phases, savoir : celle de la *rubéfaction*, suivant une expression heureuse employée par M. Fournet, et celle de la *kaolinisation*.

Dans la *première phase*, qui est celle de la *rubéfaction*, le feldspath, qui avait d'abord une couleur verdâtre, blanche, fauve, ou même rougeâtre, prend une teinte rouge qui est d'autant plus vive qu'il contient plus de fer en combinaison. On peut très bien observer cette première phase de décomposition dans les carrières desquelles on extrait des granites et des porphyres, et elle est visiblement produite par l'action que l'air et les intempéries exercent sur le feldspath, car elle se propage de la face de la roche à l'intérieur, et souvent elle ne pénètre pas à 1 centimètre de profondeur : il en résulte qu'il n'est pas rare de voir un cristal de feldspath dont une extrémité, qui est à l'intérieur de la roche, est verdâtre, et dont l'autre extrémité qui est à l'extérieur, est d'un rouge de sang. C'est ce qui a lieu souvent pour les feldspaths du sixième système qu'on trouve dans les porphyres et dans les granites.

Il arrive bien quelquefois que certains feldspaths ont déjà naturellement une teinte rose, fauve ou même rougeâtre, et c'est en particulier ce qui a lieu pour l'orthose de la syénite de Ballons, pour celui de la Protogine des Hautes-Alpes. Mais, quoi qu'il en soit, j'ai toujours pensé que le premier effet de l'altéra

est de donner à ces orthoses une teinte d'un rouge plus vif.
ns cette première phase de sa décomposition, le feldspath
rve l'état cristallin, quoiqu'il se laisse désagréger avec beau-
plus de facilité que dans l'état ordinaire, et l'analyse dé-
re que sa composition chimique n'a presque pas été modi-
quoique au premier abord on soit tenté de croire qu'il
t tout autrement, à cause du grand changement de couleur
a subi. Mais peu à peu le peroxyde de fer, mis en liberté
a rubéfaction, est entraîné par l'eau ou dissous, en sorte
le feldspath se décolore ; sa décomposition fait alors de
eaux progrès, et elle entre dans sa *deuxième phase*, celle
kaolinisation. Le feldspath, en effet, devient parfaite-
t blanc, il perd sa dureté, et il se transforme peu à peu en
poudre qui n'est autre que le kaolin.
e qui vient d'être dit relativement au feldspath pourrait être
éralisé et étendu à la plupart des minéraux qui contiennent
fer ; cependant le feldspath est remarquable entre tous par
ivacité de la teinte rouge qu'il prend dans la rubéfaction,
lis que d'autres minéraux, tels que l'amphibole, l'augite, etc.,
ment plutôt une teinte d'ocre brunâtre due à ce qu'il se
e de l'hydroxyde de fer dès l'origine de leur décomposition.
ai recherché comment la quantité d'eau que contient un
path varie avec son état plus ou moins avancé de décom-
tion. Or j'ai constaté que le labrador du porphyre de Bel-
(1), qui a 2,550 d'eau, lorsqu'il est verdâtre, n'en a plus que
7 lorsqu'il est devenu rougeâtre par la rubéfaction. Sa den-
qui était d'abord égale à 2,719, diminue d'ailleurs dans le
e sens que sa teneur en eau, et devient égale à 2,670. —
même j'ai trouvé, pour l'andesite jaune verdâtre de la syé-
des Ballons (2), une teneur en eau égale à 1,30, tandis que
ême feldspath rubéfié, et devenu rouge de corail, n'en a plus
0,98 p. 100.
ien que les différences présentées par la teneur en eau et
la densité d'un feldspath, suivant qu'il est à l'état naturel
u'il s'est rubéfié, ne soient pas très grandes, elles sont ce-
lant dans le même sens, et elles démontrent que dans cette
nière phase de la décomposition, non seulement la teneur
au n'augmente pas, mais même qu'elle diminue.— Cepen-
t il en est tout autrement dans la deuxième phase, car on

) *Annales des mines*, 4e série, t. XII, p. 207 et 203.
) *Annales des mines*, 4e série, t. XIII, p. 677.

sait que les kaolins qui servent à la porcelaine contiennent généralement 13 p. 100 d'eau, et M. Ebelmen (1), en analysant un basalte du Kammerbühl, près d'Eger, en Bohême, a trouvé qu'il contenait 4,4 p. 100 d'eau, mais qu'il en avait absorbé successivement 9,5, puis 20,4, à mesure que sa décomposition était plus avancée.

Il résulte donc de ce qui précède, que la teneur en eau d'un feldspath diminue ou tout au moins reste constante dans la *rubéfaction*, et qu'elle augmente dans la *kaolinisation*, en devenant d'autant plus grande que la kaolinisation est plus avancée. Or, quand un feldspath est parvenu à cette deuxième phase de décomposition dans laquelle la teneur en eau va en augmentant, ses cristaux, si leur forme extérieure a été conservée, se brisent avec une extrême facilité, ils n'ont plus aucune netteté ; il est donc impossible d'admettre qu'une décomposition de ce genre, soit partielle, soit totale, ait eu lieu pour les feldspaths contenant de l'eau qui se trouvent dans les roches dont il est question en ce moment, qui sont au contraire remarquables par leur dureté, par leur ténacité et par leur résistance sous le marteau.

On peut se demander cependant si la décomposition du feldspath, sans être aussi complète que je viens de le supposer, ne serait pas due à une *pseudomorphose*.

Dans cette hypothèse, il est naturel de penser que le nouveau minéral, quel qu'il soit, qui s'est formé ou qui tend à se former aux dépens du feldspath, ne peut être que l'un de ceux qui ont été signalés déjà comme pseudomorphosant le feldspath. Or il résulte de travaux importants entrepris par M. Blum sur ce sujet, que ces minéraux sont le *talc*, la *stéatite* et la *chlorite*; il suffit donc d'examiner si l'on peut admettre qu'il y ait pseudomorphose par l'un ou l'autre d'entre eux.

Il arrive bien quelquefois que le *talc* pénètre le feldspath de la manière la plus intime; j'ai même fait observer que cela avait lieu généralement pour l'oligoclase des Protogines (2), et que ce phénomène me paraissait devoir être attribué à une pseudomorphose s'opérant sur une grande échelle; mais, dans ce cas, il est facile de reconnaître les lamelles de talc à la loupe, et lors même que l'oligoclase est tellement pénétré par le talc qu'il est méconnaissable, et qu'il ressemble à du talc pur, la perte au

(1) *Comptes rendus*, t. XX, p. 1418.

(2) *Bulletin de la Société*, etc. 1849. — Mémoire sur la protogine des Alpes, par M. Delesse.

eau est très faible, et seulement de quelques millièmes. Les feldspaths verdâtres qui contiennent de l'eau ne sont donc pas pseudomorphosés par le *talc*, et il est facile de voir qu'ils ne le sont pas non plus par la *stéatite* ou par la *chlorite*; car, si l'on compare leur teneur en eau à celle de ces minéraux, on voit que les derniers devraient être en proportion telle, qu'il serait absolument impossible de ne pas les voir, et que la dureté, ainsi que la netteté des clivages des feldspaths, serait nécessairement altérée.

D'ailleurs l'analyse chimique a seulement constaté dans les feldspaths la présence d'une très petite quantité de magnésie; par conséquent, il est impossible d'attribuer l'eau des feldspaths à une *pseudomorphose* de talc, de stéatite ou de chlorite.

Il est donc établi, par ce qui précède, que, sauf certains cas exceptionnels, l'*eau d'une roche feldspathique n'est pas de l'eau hygrométrique, et qu'elle ne provient ni d'une pseudomorphose ni d'une décomposition plus ou moins avancée de la roche;* par conséquent, elle n'est pas postérieure à la formation de la roche.

B. — Il faut donc alors que cette eau soit *contemporaine* de la formation de la roche.

Ce résultat étant admis, deux hypothèses restent encore à faire, et l'on peut se demander :

1° *Si cette eau des éléments de la roche provient du mélange intime d'un minéral hydraté avec chacun d'eux?*

2° *Si, au contraire, cette eau est de l'eau de combinaison propre à chacun des minéraux dans lesquels elle se trouve?*

1° La première hypothèse a généralement été admise jusque dans ces derniers temps par les géologues et par les minéralogistes. Ainsi on a toujours attribué l'eau des Basaltes et des Trapps au mélange intime d'une certaine quantité de zéolithe. D'après des analyses du Basalte de Wickenstein, M. Löwe (1) a cru reconnaître que ce zéolithe était de la Thompsonite; M. Girard, au contraire, le regarde comme un mélange de néphéline et de mésotype; d'après d'autres analyses de basaltes, dans lesquelles le zéolithe aurait dû être complètement séparé par une attaque à l'aide de l'acide nitrique ou de l'acide chlorhydrique, on trouverait d'ailleurs qu'il peut encore être rapporté à d'au-

(1) *Rammelsberg handwörterbuch*, p. 81.

tres variétés. Quoique les basaltes aient une si grande identité d'aspect, il en résulterait donc que la composition du zéolithe mélangé dans leur pâte serait très variable.

J'ai déjà eu l'occasion (1) de faire observer combien il me semblait peu probable qu'il y eût un zéolithe dans la pâte du basalte; j'avais d'abord été conduit à cette manière de voir par des recherches de minéralogie chimique sur la composition des Mélaphyres, et toutes celles que j'ai entreprises depuis n'ont fait que la confirmer.

J'ai constaté en effet que les Mélaphyres ne contiennent pas moins d'eau que les Basaltes, et quelquefois même ils en contiennent davantage. Or, quand les Mélaphyres renferment des zéolithes, c'est seulement dans des druses et d'une manière accidentelle, car on pourrait citer beaucoup de Mélaphyres qui n'en contiennent pas; c'est ce qui a lieu par exemple pour les variétés compactes qui sont les mieux caractérisées, tandis que les variétés géodiques passent au spilite et sont plus ou moins dégradées. Mais les minéraux qui se trouvent dans les *druses* sont tout différents de ceux qui constituent la *pâte* même de la roche; et de ce qu'un minéral se trouverait dans une druse d'un Mélaphyre, il ne faudrait pas en conclure qu'il existe aussi dans sa pâte. Pour quelques roches, et en particulier pour le Mélaphyre, la conclusion inverse me paraîtrait même beaucoup plus exacte; car les minéraux qui se trouvent dans les géodes des Mélaphyres sont la *chlorite ferrugineuse* (2), le *quartz*, l'*épidote*, la *chaux carbonatée* et les *zéolithes* : or aucun d'eux n'a été observé dans la pâte de la roche comme élément constituant. Quelquefois on y voit, il est vrai, de petits filons remplis de chaux carbonatée, et surtout de quartz et d'épidote; mais même dans ces cas exceptionnels, on ne saurait considérer le quartz ou l'épidote comme formant une partie constituante de la pâte; ils pénètrent seulement la roche à la manière d'un *stockwerke* qui est formé par une multitude de petits filons ou par des nodules communiquant entre eux, et leur mode de gisement n'est encore qu'un cas particulier de druses isolées.

Tout porte donc à croire qu'il en est de même pour les zéolithes, qui appartiennent encore d'une manière plus essentielle aux druses, car ils en occupent le centre.

D'ailleurs, ainsi que je viens de le dire, jusqu'à présent on a

(1) *Annales des mines*, 4e série, t. XII, p. 281.
(2) *Annales des mines*, 4e série, t. XII, p. 221.

peu signalé de zéolithes dans la pâte même des mélaphyres; on n'y a pas signalé non plus de néphéline comme dans la dolérite du Katzenbuckel (Odenwald), qui a été examinée par MM. Grumprecht, L. Gmelin et Scheerer.

Il importe d'observer aussi que si des zéolithes formaient un des minéraux constituants de la pâte du mélaphyre, la silice devrait produire une gelée épaisse dans l'attaque de cette pâte par l'acide nitrique ou par l'acide chlorhydrique. L'état de division très grand du zéolithe répandu en cristaux microscopiques dans la pâte serait même une raison pour qu'il s'attaquât avec plus de facilité. Or, en essayant les Mélaphyres les mieux caractérisés, j'ai constaté que leur poudre, qui s'attaque incomplétement par l'acide chlorhydrique, se gonfle et se décolore, mais en restant grenue, et sans donner une gelée caractéristique et si facilement reconnaissable, comme cela a lieu pour les zéolithes.

Dans l'attaque des Basaltes par l'acide hydrochlorique, on observe bien quelquefois de la silice gélatineuse, mais, ainsi que l'a constaté Berzélius (1), elle peut être attribuée au péridot, qui s'attaque complétement par cet acide et avec gelée.

Quand un Basalte, préalablement porphyrisé, est traité par un acide même faible, tel que l'acide nitrique, il s'attaque toujours partiellement, ce qui tient à ce que le labrador et l'augite sont eux-mêmes attaqués d'une manière incomplète; à l'aide d'acide chlorhydrique on dissout même la plus grande partie du fer de la roche, en sorte que le résidu prend une couleur beaucoup plus pâle. Il en est de même pour les Mélaphyres : ainsi j'ai constaté que l'acide hydrochlorique dissout à froid, et au bout de deux jours, 23 p. 100 de la pâte du Mélaphyre de Belfahy (2); à chaud et au bout du même temps, la proportion dissoute après évaporation à sec est plus forte, et elle s'élève à peu près au tiers. Quand on traite de la même manière les cristaux de labrador extraits de la pâte du Mélaphyre, on trouve d'ailleurs qu'il s'en dissout à peu près la même proportion que si l'on opérait sur la pâte.

La partie du Basalte qui s'attaque avec facilité par les acides a été considérée, par les chimistes qui se sont occupés de son analyse, comme formée surtout par un zéolithe, et l'on pourrait raisonner de la même manière à l'égard du Mélaphyre; mais

(1) *Annales des mines*, 4e série, t. XII, p. 228.
(2) *Rammelsberg hanwortebuch*, p. 24.

il résulte de ce qui vient d'être dit, que dans l'attaque du Mélaphyre la silice ne fait pas gelée. Pour le Basalte, aussi bien que pour le Mélaphyre, une partie du labrador et même de l'augite sont déjà incomplétement décomposés dans l'attaque par l'acide nitrique, et le fer oxydulé, ainsi que le péridot' est d'ailleurs complétement attaqué lorsqu'on emploie l'acide chlorhydrique. Du reste ce ne sont pas seulement les roches à base de Labrador qui sont partiellement attaquées lorsqu'on les traite après porphyrisation par les acides ; j'ai constaté en effet que la même chose avait lieu pour des Porphyres à base d'oligoclase ou d'andésite, et même pour le Porphyre quartzifère (eurite rouge quartzifère) ayant une pâte rougeâtre très riche en silice et parsemée de petits grains de quartz, tel que celui qui est en filon dans le granite du Saint-Mont près de Remiremont (Vosges) (1). Il est d'ailleurs facile de reconnaître que la plupart des minéraux silicatés, surtout ceux qui contiennent du fer, sont attaqués au moins d'une manière incomplète par l'acide hydrochlorique.

Il résulte de ce qui précède qu'on ne peut pas conclure qu'une roche renfermant de l'eau contient un zéolithe, de ce que cette roche s'attaque partiellement par un acide, surtout lorsqu'il ne se sépare pas de la silice gélatineuse.

Quoi qu'il en soit, supposons pour un moment que l'eau provienne d'un zéolithe intimement mélangé avec les minéraux constituants de la roche : si l'on admet que ce zéolithe contient 10 p. 100 d'eau, ainsi que cela a lieu pour la natrolite et la scolézite, comme le labrador des Mélaphyres contient fréquemment 2 p. 100 d'eau, il s'ensuivrait qu'il y aurait 1/5 de zéolithe intimement mélangé avec ce labrador. Dans les Euphotides, telles que celles des Hautes-Alpes, j'ai constaté que le feldspath ou la pâte feldspathique contient jusqu'à 4 et même jusqu'à 5 p. 100 d'eau, il y aurait donc un mélange de plus de 2/5 de zéolithe.

D'ailleurs, ce ne serait pas seulement le feldspath qui serait pénétré par le zéolithe, car souvent l'augite des Mélaphyres et même des Basaltes contient lui-même une certaine quantité d'eau. J'ai constaté par exemple que le Porphyre de Ternuay (2) est formé d'un feldspath particulier associé avec de l'augite vert d'asperge qui contient 2,26 p. 100 d'eau ; cela supposerait par

---

(1) Réunion extraordinaire à Épinal (Vosges). *Bulletin de la Société géologique*, 1847. — Séance du 13 septembre 1847.

(2) *Annales des mines*, 4e série, t. XII, p. 293.

conséquent que cet augite est mélangé avec un cinquième de zéolithe.

Or, lorsqu'on examine le feldspath ou l'augite extraits de la pâte des roches qui viennent d'être mentionnées, on reconnaît que ces minéraux sont cristallisés et qu'ils présentent comme à l'ordinaire les clivages qui les caractérisent; de plus, les clivages de leurs cristaux sont beaucoup trop nets pour qu'il soit possible d'admettre qu'ils sont mélangés avec 20, et même avec 40 pour 100 de matière étrangère. L'augite du Porphyre de Ternuay est d'ailleurs fortement translucide ou même transparent, et l'on ne pourrait s'expliquer ni sa translucidité, ni l'uniformité de sa teinte vert clair, dans l'hypothèse d'un mélange même intime avec un zéolithe blanc; l'altération résultant de l'exposition à l'air devrait en tout cas trahir l'hétérogénéité de la structure, ainsi qu'on l'observe dans les roches grenues qui, au premier abord, paraissent être le plus homogènes.

Il importe d'observer, du reste, que les roches Basaltiques et Porphyriques ne sont pas les seules dans lesquelles il peut y avoir de l'eau; j'ai constaté, en effet, que l'andésite de la Syénite du Ballon d'Alsace (1) en contient jusqu'à 1,30 p. 100. Le feldspath du sixième système des roches Granitoïdes des Vosges et de la Bretagne, ainsi que de la Normandie, en contient presque autant; la perte au feu que le Granite éprouve par la calcination résulte d'ailleurs de celle de ce feldspath, du mica, et de l'amphibole, quand il est amphibolique.

La présence de l'eau dans ce feldspath du sixième système de quelques roches granitoïdes peut encore, moins que pour les roches précédentes, être attribuée au mélange d'un zéolithe; car on n'observe pas de zéolithes dans ces granites; de plus, la pâte n'est plus confusément cristallisée, comme dans les porphyres; mais ces cristaux de feldspath, qui ont plusieurs millimètres, et quelquefois 1 centimètre de côté, sont séparés d'une manière bien nette des autres minéraux du granite, qui ne contiennent pas d'eau, comme cela a lieu pour l'orthose et pour le quartz. Il est donc impossible d'admettre qu'un mélange de zéolithe ait eu lieu seulement avec ce feldspath du sixième système, et cette hypothèse est d'ailleurs tout à fait incompatible avec la netteté de ses clivages, qui est quelquefois assez grande pour que ses angles puissent être mesurés au goniomètre à réflexion.

---

(1) *Annales des mines*, 4e série, t. XIII, p. 675.

En résumé, il me semble résulter du mode de gisement des zéolithes dans les roches qui en contiennent, de l'absence de silice gélatineuse dans l'attaque de ces roches par les acides, ainsi que de la netteté de certains cristaux de feldspath ou d'augite dans lesquels on trouve de l'eau, qu'il est impossible d'admettre que cette eau provienne du mélange intime d'un zéolithe.

Il est évident, d'ailleurs, que l'hypothèse du mélange d'un autre minéral hydraté ne serait pas plus admissible; par conséquent, *l'eau des minéraux qui forment les roches basaltiques, porphyriques et granitoïdes, et dans lesquels il n'y a pas eu de pseudomorphose, ne provient pas du mélange intime d'un minéral hydraté.*

2° Cette première hypothèse n'étant pas possible, on est donc forcément conduit à admettre la deuxième, à savoir, que *l'eau des roches feldspathiques est de l'eau de combinaison propre à chacun des minéraux dans lesquels elle se trouve.*

Cependant différentes objections peuvent encore être faites à cette hypothèse, et je vais les examiner successivement.

— On peut dire, par exemple, que les feldspaths qui contiennent de l'eau ne sont pas transparents, et que par conséquent ils ne sont pas purs.

— Il est vrai que les feldspaths sont généralement opaques; cependant, dans les porphyres, on en trouve qui sont translucides, et dans les granites, où la cristallisation est encore mieux développée, le feldspath du sixième système est même transparent : c'est ce qui a lieu, par exemple, pour l'andésite vert d'huile que j'ai observé dans les granites amphiboliques de la Bresse et de Rochesson (Vosges).

D'ailleurs il est impossible de conclure qu'une substance est impure de ce qu'elle n'est pas transparente; car, s'il est vrai qu'une substance cristallisée et transparente soit pure, la réciproque n'est assurément pas vraie, beaucoup de substances très pures n'étant pas transparentes.

L'analyse chimique n'indique pas non plus de différence entre la composition d'un corps opaque ou transparent; sa transparence dépend d'un arrangement moléculaire particulier plutôt que de sa composition chimique, et le verre, par exemple, peut, de transparent qu'il était, devenir opaque par une simple dévitrification, et sans que sa composition chimique soit aucunement changée.

— L'impureté des cristaux de feldspath qui se trouvent dans

es roches peut encore paraître une raison de ne pas y admettre e l'eau de combinaison.

Je ferai remarquer cependant que la netteté des cristaux qui e sont développés dans la pâte des roches est beaucoup plus grande qu'on ne le pense généralement, et le plus souvent la pâte qui paraît la plus compacte, étant examinée sous le microscope, offre une structure complétement cristalline. De nombreuses analyses entreprises sur les feldspaths et sur les minéraux qui composent la pâte des roches m'ont montré d'ailleurs que souvent leur composition ne diffère pas de celle des minéraux transparents et le plus nettement cristallisés qui sont dans les druses ou dans les filons.

D'après ce qui a été dit antérieurement, la netteté des cristaux de feldspath des roches s'oppose à ce qu'on y admette un mélange intime de zéolithe ou d'un autre minéral hydraté; cependant l'amphibole et le pyroxène qui colorent la pâte d'une roche en vert peuvent quelquefois être disséminés dans les cristaux de feldspath; c'est ce qu'on observe, par exemple, pour beaucoup de porphyres. Quoi qu'il en soit, le plus souvent la coloration verdâtre du feldspath des porphyres est propre à ce feldspath, et ne tient nullement au mélange d'un silicate de fer et de magnésie; elle indique, il est vrai, que le feldspath contient du fer et de l'eau; mais il n'y a rien d'impossible à ce qu'un feldspath contienne du fer, qui d'ailleurs s'y trouve toujours en petite quantité. Il est incontestable que quelques feldspaths, tels que l'adulaire du Saint-Gothard, l'albite de l'Oisans ne contiennent pas de fer, ou seulement des traces; M. Ch. Deville a même constaté que des cristaux de labrador se trouvant au milieu de laves modernes très ferrugineuses n'en contenaient pas. Mais de ce qu'on n'a pas trouvé du fer dans quelques feldspaths, qui, il est vrai, sont purs, est-ce une raison pour qu'on puisse en conclure que chaque fois qu'un feldspath renfermera du fer il sera impur? Non, assurément; et il est facile de citer des feldspaths non moins purs que les précédents dans lesquels il y a du fer en combinaison, dont la présence est accusée par la rubéfaction. Je mentionnerai, par exemple, le feldspath orthose de beaucoup de Granites, qui a une couleur blanche, et qui se rubéfie par altération; le feldspath orthose fauve de la Syénite des Ballons, qui, ainsi que l'a observé M. É. de Beaumont, passe au rouge; enfin le feldspath orthose de quelques Protogines des Alpes, qui, d'abord rose, devient ensuite Cariate.

Parmi les feldspaths du [illegible] système, je citerai ceux des

Granites préférablement à ceux des Porphyres, qui sont associés avec un silicate de fer et de magnésie auquel on pourrait attribuer leur couleur verte et la présence du fer. Ainsi, par exemple, je citerai l'andesite des Granites des Vosges, qui a une couleur vert d'huile, et qui est seulement accompagné de quartz, d'orthose blanc et de mica brun noirâtre; généralement il n'y a pas d'amphibole dans ces granites, et l'on n'y trouve ni pyroxène, ni aucun minéral de couleur verdâtre qui, mélangé avec l'andesite, lui aurait donné la couleur verte. D'ailleurs, en admettant même que cela fût, on ne pourrait expliquer comment le mélange n'aurait pas eu lieu avec le quartz ou avec l'orthose, qui sont parfaitement blancs, mais seulement avec le feldspath du sixième système.

On ne saurait donc révoquer en doute qu'une petite quantité d'oxyde de fer puisse se trouver en combinaison dans l'orthose ou dans les feldspaths du sixième système.

— Relativement à la présence de l'eau dans les minéraux des roches, des objections d'une nature particulière peuvent encore être faites; elles portent sur le mode employé pour déterminer cette eau. Dans mes expériences, la détermination avait lieu par une simple calcination; or M. Ch. Deville a constaté qu'un feldspath d'un trachyte de Hongrie contenait en mélange environ 6 p. 100 de carbonate de chaux. J'observerai que ce cas très particulier ne s'est pas présenté pour les divers feldspaths que j'ai analysés, et qui donnaient la plus grande perte au feu: parmi ces feldspaths, je puis citer en effet le labrador du mélaphyre de Belfahy, celui du porphyre vert antique, le feldspath du porphyre de Ternuay; car j'ai essayé à différentes reprises d'attaquer complétement ces feldspaths par de l'acide hydrochlorique, et je n'ai pas remarqué d'effervescence; d'ailleurs leur calcination avait lieu ordinairement à l'aide d'une petite lampe à alcool, et à une température inférieure à celle de la décomposition du carbonate de chaux.

Enfin, pour l'un de ces feldspaths, le feldspath labrador de Belfahy, j'ai constaté, à l'aide d'un tube de chlorure de calcium pesé, que la substance qui se dégageait par calcination n'était autre que de l'eau accompagnée d'un peu de matière bitumineuse.

— Au premier abord, il semble que l'origine des Roches non stratifiées, qu'on regarde comme étant généralement ignée, s'oppose à ce qu'elles puissent renfermer de l'eau de combinaison. Mais il importe d'observer, à cet égard, que le mode de formation des Granites et des Porphyres est loin d'être connu; et, par

es considérations ingénieuses déduites de la présence des minéraux pyrognomiques, M. Scheerer (1) a du reste fait voir que l'eau avait nécessairement joué un rôle dans la formation du granite; la présence de l'eau que j'ai constatée dans le feldspath du sixième système d'un grand nombre de granites vient encore à l'appui des considérations de M. Scheerer.

Relativement aux Porphyres, je ferai remarquer que, bien qu'il soit vraisemblable qu'ils aient une origine ignée, il est certain qu'ils se sont formés dans des circonstances particulières, dont les laves ne peuvent nous donner qu'une idée très imparfaite; car, ainsi que le fait remarquer M. E. de Beaumont dans ses cours, tandis que les laves conservent tous les caractères de matières qui ont coulé par suite d'une fusion ignée, les Porphyres, les Basaltes et toutes les roches analogues paraissent seulement avoir été amenées à l'état pâteux.

D'ailleurs les laves elles-mêmes contiennent de l'eau, qui s'y trouve en quelque sorte en dissolution; et ainsi que l'observe encore M. E. de Beaumont (2), « bien que ce fait semble para» doxal aux personnes qui en entendent parler pour la première » fois, il est familier à tous ceux qui ont étudié les volcans. »

— Indépendamment de l'eau, il y a dans les laves d'autres substances volatiles, telles que le soufre, le chlore, le fluor, qui se trouvent dans la haüyne (3), dans la sodalite et dans le mica. J'ai constaté, en effet, que quand on fait fondre du mica ou une roche de mica au four de verrerie, une grande partie du fluor se dégage, sans doute à l'état de fluorure [illegible] der très fortement le couvercle et la partie supérieure du creuset. Ainsi, bien que le soufre, le chlore et le fluor se dégagent d'un bain de silicate porté à la température de la fusion des laves, ils peuvent cependant [illegible] être retenus par l'affinité [illegible] binaisons qui cristallisent [illegible] pas impossible qu'il en [illegible]

— Je pense, comme [illegible] quer antérieurement [illegible] joue le rôle d'une [illegible] affinités qui [illegible]

(1) [illegible]

(2) [illegible] t. IV, p. 1212

(3) [illegible] t. IV, p. 1212

(4) [illegible]

aurait été amené à l'état de fusion ou de ramollissement, on conçoit cependant qu'à l'aide de circonstances particulières, telles par exemple qu'une forte pression, cette eau n'ait pas pu se dégager, et qu'elle ait été forcée d'entrer en combinaison dans les minéraux qui se formaient.

Dans ses recherches sur l'isomorphisme polymère, M. Scheerer regarde, du reste, l'eau des silicates comme substituée à une certaine quantité de base, et dans ses cours de chimie générale des idées semblables sont professées par M. Dumas, qui considère également l'eau comme jouant à l'égard des acides le rôle d'une base faible.

Les nombreuses analyses de Roches feldspathiques que j'ai eu l'occasion de faire dans ces dernières années, et les observations qui précèdent, me paraissent donc démontrer que ces Roches peuvent contenir de l'eau de combinaison.

— Je crois avoir fait voir, en effet, *A* que cette eau n'est pas *postérieure* à la formation de la Roche; car : 1° elle n'est pas de *l'eau hygrométrique ou de l'eau de carrière*; 2° elle ne provient pas d'une *décomposition plus ou moins avancée ou d'une pseudomorphose*. J'en ai conclu, *B* qu'elle est *contemporaine* de la formation de la Roche; puis j'ai établi : 1° qu'elle ne pouvait être attribuée au *mélange d'un minéral hydraté*; 2° par conséquent, j'ai dû admettre qu'elle était de *l'eau de combinaison*.

— Si maintenant on passe en revue les différentes Roches non stratifiées, on reconnaîtra que presque toutes contiennent une certaine quantité d'eau de combinaison. En effet, il y en a dans les *Granites* et dans les *Syénites*, mais toujours très peu, car elle provient du mica, de l'amphibole, et quelquefois du feldspath du sixième système; or ces minéraux n'entrent jamais qu'en petite proportion dans la pâte du granite, et de plus, généralement, ils ne renferment pas 1 p. 100 d'eau.

Dans les *Porphyres* en général, dans les *Basaltes*, dans les *Porphyres Pyroxéniques*, dans les *Mélaphyres*, dans les *Variolithes*, et surtout dans les *Euphotides*, la quantité d'eau est toujours notable, et elle atteint souvent plusieurs centièmes. Ces roches sont essentiellement formées d'un feldspath du sixième système, mélangé à une proportion en général assez faible de pyroxène, d'amphibole, d'hypersthène ou de diallage; mais comme le plus ordinairement, dans les roches que nous venons de citer, le feldspath contient de l'eau, et comme il y en a souvent aussi dans le silicate de fer et de magnésie de sa pâte, il

st pas étonnant que la teneur en eau puisse être assez élevée.
i l'on recherche d'ailleurs quelle est la teneur en eau des
ncipaux minéraux qui entrent dans la composition des roches,
trouve que le *mica* contient une proportion d'eau assez va-
ble, qui s'élève dans certains cas jusqu'à plusieurs centièmes.
L'amphibole et l'*hypersthène* ne renferment le plus généralement qu'une assez petite quantité d'eau, qui est inférieure à
. 100, et elles peuvent même ne pas en renfermer du tout.
l y en a quelquefois plus de 3 p. 100 dans le *diallage*:
si M. Regnault a constaté que le diallage du Salzbourg con-
nt 3,32 d'eau, et j'ai trouvé une teneur en eau égale ou même
périeure à la précédente dans le diallage qui est répandu dans
pâte de la Serpentine des Vosges.
L'augite des roches peut aussi avoir de l'eau de combinaison,
j'en ai trouvé jusqu'à 2,75 dans des cristaux d'augite extraits
porphyre de Ternuay (1); les variétés d'augite dans lesquelles
rencontré de l'eau en forte proportion avaient d'ailleurs une
uleur vert clair.
Les feldspaths peuvent, de même que les minéraux précé-
nts, tantôt ne pas contenir d'eau, et tantôt, au contraire, en
ntenir une certaine quantité.
L'essai d'un grand nombre de cristaux d'*orthose* extraits de
hes granitoïdes m'a montré qu'ils n'avaient point d'eau; ce-
ndant, quelquefois, j'en ai trouvé, mais seulement quelques
llièmes dans des cristaux d'orthose provenant de porphyres
nitoïdes.
J'ai constaté, au contraire, que dans tous les *feldspaths du
ième système* il peut y avoir de l'eau. Ainsi j'en ai trouvé
ns la *saussurite*, la *vosgite*, le *labrador*, l'*andesite*, l'*oli-
clase*, et même dans l'*albite* et dans le *périklin*, provenant
roches porphyriques du terrain de transition des Vosges.
Beudant en avait également signalé dans une variété d'albite
s riche en silice, à laquelle il a donné le nom d'*adinole*.
Quand les feldspaths qui viennent d'être mentionnés con-
nent de l'eau, ils en ont généralement d'autant plus que
r teneur en silice est plus faible; ainsi la *saussurite*, la *vos-
e* et le *labrador* des roches en contiennent fréquemment, et
ont quelquefois jusqu'à plusieurs centièmes, tandis que l'*an-
ite*, l'*oligoclase* et l'*albite* en contiennent au contraire rare-
nt, et au plus 1 ou 2 p. 100.

---

1) *Annales des mines*, 4e série, t. XII, p. 293.

aurait été amené à l'état de fusion ou de ramollissement, on conçoit cependant qu'à l'aide de circonstances particulières, telles par exemple qu'une forte pression, cette eau n'ait pas pu se dégager, et qu'elle ait été forcée d'entrer en combinaison dans les minéraux qui se formaient.

Dans ses recherches sur l'isomorphisme polymère, M. Scheerer regarde, du reste, l'eau des silicates comme substituée à une certaine quantité de base, et dans ses cours de chimie générale des idées semblables sont professées par M. Dumas, qui considère également l'eau comme jouant à l'égard des acides le rôle d'une base faible.

Les nombreuses analyses de Roches feldspathiques que j'ai eu l'occasion de faire dans ces dernières années, et les observations qui précèdent, me paraissent donc démontrer que ces Roches peuvent contenir de l'eau de combinaison.

— Je crois avoir fait voir, en effet, *A* que cette eau n'est pas *postérieure* à la formation de la Roche; car : 1° elle n'est pas de *l'eau hygrométrique ou de l'eau de carrière*; 2° elle ne provient pas d'une *décomposition plus ou moins avancée ou d'une pseudomorphose*. J'en ai conclu, *B* qu'elle est *contemporaine* de la formation de la Roche; puis j'ai établi : 1° qu'elle ne pouvait être attribuée au *mélange d'un minéral hydraté*; 2° par conséquent, j'ai dû admettre qu'elle était de *l'eau de combinaison*.

— Si maintenant on passe en revue les différentes Roches non stratifiées, on reconnaîtra que presque toutes contiennent une certaine quantité d'eau de combinaison. En effet, il y en a dans les *Granites* et dans les *Syénites*, mais toujours très peu, car elle provient du mica, de l'amphibole, et quelquefois du feldspath du sixième système; or ces minéraux n'entrent jamais qu'en petite proportion dans la pâte du granite, et de plus, généralement, ils ne renferment pas 1 p. 100 d'eau.

Dans les *Porphyres* en général, dans les *Basaltes*, dans les *Porphyres Pyroxéniques*, dans les *Méléphyres*, dans les *Variolithes*, et surtout dans les *Euphotides*, la quantité d'eau est toujours notable, et elle atteint souvent plusieurs centièmes. Ces roches sont essentiellement formées d'un feldspath du sixième système, mélangé à une proportion en général assez faible de pyroxène, d'amphibole, d'hypersthène ou de diallage; mais comme le plus ordinairement, dans les roches que nous venons de citer, le feldspath contient de l'eau, et comme il y en a souvent aussi dans le silicate de fer et de magnésie de sa pâte, il

: pas étonnant que la teneur en eau puisse être assez élevée.
l'on recherche d'ailleurs quelle est la teneur en eau des
cipaux minéraux qui entrent dans la composition des roches,
rouve que le *mica* contient une proportion d'eau assez va-
le, qui s'élève dans certains cas jusqu'à plusieurs centièmes.
amphibole et l'*hypersthène* ne renferment le plus généralement qu'une assez petite quantité d'eau, qui est inférieure à 100, et elles peuvent même ne pas en renfermer du tout.
y en a quelquefois plus de 3 p. 100 dans le *diallage* :
M. Regnault a constaté que le diallage du Salzbourg con-
. 3,32 d'eau, et j'ai trouvé une teneur en eau égale ou même
rieure à la précédente dans le diallage qui est répandu dans
lte de la Serpentine des Vosges.
augite des roches peut aussi avoir de l'eau de combinaison,
en ai trouvé jusqu'à 2,75 dans des cristaux d'augite extraits
orphyre de Ternuay (1); les variétés d'augite dans lesquelles
encontré de l'eau en forte proportion avaient d'ailleurs une
eur vert clair.
es *feldspaths* peuvent, de même que les minéraux précé-
s, tantôt ne pas contenir d'eau, et tantôt, au contraire, en
enir une certaine quantité.
essai d'un grand nombre de cristaux d'*orthose* extraits de
es granitoïdes m'a montré qu'ils n'avaient point d'eau; ce-
lant, quelquefois, j'en ai trouvé, mais seulement quelques
ièmes dans des cristaux d'orthose provenant de porphyres
nitoïdes.
ai constaté, au contraire, que dans tous les *feldspaths du ème système* il peut y avoir de l'eau. Ainsi j'en ai trouvé
la *saussurite*, la *vosgite*, le *labrador*, l'*andesite*, l'*oli-ase*, et même dans l'*albite* et dans le *périklin*, provenant
roches porphyriques du terrain de transition des Vosges.
Beudant en avait également signalé dans une variété d'albite
riche en silice, à laquelle il a donné le nom d'*adinole*.
uand les feldspaths qui viennent d'être mentionnés con-
nent de l'eau, ils en ont généralement d'autant plus que
teneur en silice est plus faible; ainsi la *saussurite*, la *vos-*
et le *labrador* des roches en contiennent fréquemment, et
nt quelquefois jusqu'à plusieurs centièmes, tandis que l'*an-te*, l'*oligoclase* et l'*albite* en contiennent au contraire rare-
t, et au plus 1 ou 2 p. 100.

) *Annales des mines*, 4e série, t. XII, p. 293.

Silice.	53,92
Alumine.	26,69
Potasse	1,20
Soude.	4,02
Chaux	6,98
Magnésie.	1,68
Protoxyde de fer avec traces de manganèse.	1,08
Acide carbonique	2,93
Eau	1,40
	99,90

On voit que ce feldspath contient 6,73, ou près de 7 p. 100 de carbonate de chaux.

Si l'on cherche à se rendre compte de la présence de ce minéral, on rencontre deux hypothèses : ce carbonate de chaux peut avoir toujours existé dans la roche, ou y être le résultat d'une altération.

Dans le premier cas, le mélange intime qu'il paraît constituer avec la roche et avec les cristaux mêmes du feldspath ne permet guère de supposer qu'il y soit le résultat d'un entraînement. On admettrait plutôt que les particules calcaires existaient dès le commencement dans le *magma* dont la consolidation a produit la roche qui nous occupe; et il faut avouer que les recherches les plus récentes sur la nature des roches ignées rendent de moins en moins étranges de telles suppositions.

Néanmoins plusieurs motifs peuvent faire penser que la présence du calcaire est ici un résultat d'altération : d'abord l'aspect même du feldspath, qui a perdu sa transparence; puis, si l'on calcule, en ne tenant pas compte de la quantité de chaux qui entre dans le calcaire, le rapport atomique de l'oxygène des protoxydes à celui de l'alumine, on trouvera que le premier nombre, en y comprenant même l'oxygène de l'oxyde de fer, est au second dans un rapport plus petit que 1 : 3. Or tous les feldspaths présentant ce rapport 1 : 3 entre ces deux éléments, on doit penser que le résultat de l'altération a été d'enlever au feldspath la proportion de chaux qui entre dans le calcaire, et qui, restituée au feldspath, rétablit passablement ce rapport.

Il me paraît donc probable que l'introduction du calcaire dans la roche est due à une altération analogue à celle que M. Fournet a admise le premier, et que M. Ebelmen a établie par de nombreuses analyses, produite par l'acide carbonique et l'eau, se substituant en partie à la silice entraînée.

M. Durocher donne lecture de la notice suivante :

Sur l'emploi des matières minérales à l'amendement des terres, et sur le défrichement des landes de la Bretagne, par J. Durocher.

Dans un précédent Mémoire (*Bulletin de la Société géologique*, séance du 2 novembre 1848), j'ai indiqué les changements principaux que produisent, dans les genres de culture et dans les flores locales de l'ouest de la France, les différences de composition des terrains; aujourd'hui je vais exposer succinctement les observations que j'ai faites sur l'emploi des amendements minéraux et sur les conditions dans lesquelles doit être effectué le défrichement des landes de la Bretagne. Depuis le commencement du XIXe siècle, le chaulage des terres a lieu sur une grande échelle dans le Maine, l'Anjou, la Vendée, une partie de la Normandie et de la Bretagne; cette méthode, qui a pris un développement si considérable dans ces dernières années, a porté au double, et souvent même au triple, la production du sol en froment. Maintenant, dans la région N. et E. du département de la Mayenne, et dans la partie occidentale de la Sarthe, on fabrique annuellement 300,000 mètres cubes de chaux, dont les cinq sixièmes environ sont consacrés à l'amendement des terres. Depuis peu de temps cette fabrication a augmenté dans d'énormes proportions; elle ne s'élève pas à moins de 130,000 mètres cubes dans la partie de la basse Loire qui est comprise entre Chalonnes et Ancenis; la chaufournerie est l'unique débouché des mines de combustible fossile de ces contrées. En général, on n'ajoute pas de chaux sur les sols recouvrant les calcaires secondaires ou tertiaires, à moins que ces roches ne se trouvent à une profondeur notable au-dessous de la surface, mais on chaule habituellement les terres situées au-dessus des calcaires paléozoïques ou calcaires marbres qui, à raison de leur texture compacte, ont fourni peu de détritus au sol végétal.

Le long de la zone littorale du département de la Manche et de la Bretagne, où la chaux manque généralement, on y supplée par l'emploi de certains sables du bord de la mer, qui consistent en un mélange à proportions variables de matière argileuse, de détritus granitiques, principalement de grains de quartz et de feuillets de mica, avec des débris de coquilles, de crustacés,

des os de poissons et des concrétions calcaires; on y remarque parfois des détritus qui paraissent se rapporter à des corps madréporiques. La richesse de ces sables en carbonate de chaux est extrêmement variable d'un point à un autre du rivage; ils en renferment depuis 20 jusqu'à 70 p. 100. Ils contiennent aussi une petite quantité de phosphate de chaux, un peu de chlorure de sodium, et d'autres sels solubles (chlorures et sulfates provenant de l'eau de la mer), qui contribuent à activer la végétation, et dont la proportion totale est ordinairement comprise entre 1/4 p. 100 et 6 p. 100.

Dans les régions avoisinant des formations de calcaires secondaires ou tertiaires, qui sont ordinairement friables, ces roches, réduites en fragments ou écrasées, sont employées comme les sables du bord de la mer, sans avoir subi de calcination préalable, et sont désignées sous les noms de *marne, sablon, castine* (1). Leur influence fertilisante se manifeste avec plus de lenteur, mais elle paraît se prolonger pendant une douzaine d'années, tandis que la fécondation produite par le chaulage est regardée comme devenant insensible six ans après qu'on a cessé d'ajouter de la chaux. On conçoit que cette base agisse avec plus d'énergie quand elle est libre ou hydratée que quand elle est combinée avec de l'acide carbonique; il y a même un effet qui paraît lui être propre : ainsi on a reconnu que la chaux peut réagir sur l'argile et les matières silicatées contenues dans le sol, et les amener à un état de décomposition qui permet aux plantes de s'en assimiler les éléments avec plus de facilité. Peu de temps après qu'elle a été répandue sur le sol, la chaux repasse à l'état de carbonate, néanmoins elle est encore dans un plus grand état de division que celui qu'on peut produire en écrasant de la pierre calcaire ou en la faisant déliter à l'air, si elle est argileuse.

Par suite, l'action qu'elle exerce est nécessairement plus efficace; mais, par la même raison, l'élément calcaire doit disparaître plus rapidement, soit en se dissolvant dans les eaux d'infiltration, soit en s'incorporant dans les plantes. L'introduction de principes calcaires dans la terre végétale tend à l'assimiler

(1) Dans l'est de la Bretagne, j'ai découvert beaucoup de gîtes calcaires qui pourront être exploités avantageusement pour l'amendement des terres : ils font partie des dépôts tertiaires qui n'avaient point encore été observés, et qui par suite ne figurent point sur les cartes géologiques.

sols naturellement calcarifères, qui, par beaucoup de es, jouissent d'une fertilité plus grande que les autres sols. arbonate de chaux, outre qu'il est indispensable à la plupart plantes, peut agir comme véhicule des éléments de l'air en lensant l'oxygène et l'azote, en se combinant avec l'acide onique; il peut réagir sur les produits de la décomposition corps organiques, sur les matières ammoniacales et les au- sels qui font partie de la terre végétale. D'ailleurs sa pré- e rend les sols plus meubles, plus faciles à traverser par les es radiculaires des plantes, plus perméables à l'air et à l'eau, secs, et par suite plus chauds, car l'évaporation est une ce de froid. Cette augmentation de fertilité, cette modifi- on des propriétés du sol, produites par le carbonate de ux, montrent pourquoi certaines cultures réussissent seule- t sur les sols calcarifères, pourquoi beaucoup de plantes y ssent exclusivement et en sont vraiment caractéristiques sur zones plus ou moins étendues, tandis que, sous des climats chauds, les mêmes plantes peuvent croître et se multiplier des sols pauvres en carbonate de chaux; elles ne montrent alors de préférence exclusive pour les terrains calcaires.

armi les roches pyrogènes existant dans l'ouest de la France, n est dont on peut aussi tirer parti pour l'amendement des es, quoiqu'elles soient moins fertilisantes que le carbonate haux. Je citerai d'abord les diorites ou roches amphiboli- s, dont la croûte extérieure est ordinairement friable, par e de l'altération qu'elles ont éprouvée. L'amphibole en voie décomposition peut fournir de la chaux à la terre, et le spath qui l'accompagne cédera des alcalis; en quelques loca- on s'en est servi avec succès. De plus, certaines régions, environs de Saint-Brieuc, par exemple, possèdent une grande ilité, à laquelle peuvent contribuer les détritus des roches hiboliques, que l'on y voit affleurer en abondance. Le gra- , qui ordinairement est désagrégé à la surface, peut être loyé dans quelques cas (1), lorsque sa décomposition n'est trop avancée; ses éléments essentiels sont alcalifères, et ferment peu de chaux; ils n'agissent donc pas sur les sols leux d'une manière aussi efficace que les matières calcaires. s, comme je l'ai montré précédemment (2), le granite, de

(1) L'emploi des roches feldspathiques, comme amendement pour les es, a déjà été signalé par M. Nérée Boubée.

(2) *Bulletin de la Société géologique.*

même que la plupart des roches pyrogènes, renferme habituellement un peu de carbonate de chaux en particules invisibles à l'œil; les roches arénacées qui proviennent de la dénudation des masses plutoniques en contiennent aussi; et c'est là, sans doute, une des sources principales de la chaux que renferment les éléments minéraux des arbres de nos forêts. Les sables granitiques en décomposition, indépendamment des alcalis qu'ils apportent, diminuent la consistance de la terre, et c'est un effet très important en agriculture.

Le défrichement des landes, qui occupent une si grande étendue en Bretagne, est une opération beaucoup plus difficile qu'on ne le croit généralement : plusieurs compagnies anglaises ont fait sur une grande échelle des essais infructueux, quoiqu'elles employassent les procédés de culture regardés comme les meilleurs; mais les produits n'étaient pas en rapport avec les dépenses. Il y a des difficultés locales dont on n'a pas tenu compte, et qui proviennent surtout de la position péninsulaire de la Bretagne. Cette contrée forme un sillon étroit et bordé par deux mers, dont l'une, la Manche, est très large en cette partie, et dont l'autre, l'Océan, est complétement ouverte. Il y règne des vents d'une extrême violence, qui arrêtent le développement de la végétation; en outre, le rayonnement nocturne produit quelquefois, même en été, sur les plateaux dépourvus de bois, des gelées funestes pour les récoltes de sarrasin. Or cette culture, qui est appropriée au sol et au climat de la Bretagne, est très sensible aux changements atmosphériques; elle redoute à la fois les gelées et l'ardeur trop vive du soleil.

On serait tenté d'attribuer à l'état arriéré de l'agriculture le morcellement des terres en Bretagne, morcellement qui a lieu même sur les grandes propriétés seigneuriales; mais il s'explique très bien comme une conséquence de la nécessité où l'on a été de créer des abris très rapprochés à l'aide de haies vives et des arbres dont elles sont garnies. Sur les terrains de calcaires secondaires, qui sont plus chauds, moins exposés aux vents de la mer, et où la végétation est plus active, on a pu établir des champs très vastes qui n'avaient pas besoin d'être abrités. On comprend que le défrichement des landes qui couvrent une grande partie des plateaux élevés de la Bretagne ne peut avoir lieu tout d'un coup, mais d'une manière graduelle, quand on aura formé de grands massifs de bois et des rideaux d'arbres très rapprochés. Il faudra procéder, non en créant des champs très étendus, comme il y en a dans la Normandie septentrionale et

ns le nord de la France, mais en divisant le sol en une mul-
ıde de petites parcelles. Sur les points où le terrain est argi-
ıx et trop humide, ce qui est assez fréquent en Bretagne, il
ıvient de creuser des rigoles profondes pour le dessécher, ou
tablir des canaux souterrains, comme on le fait maintenant
ec succès en Angleterre. D'ailleurs les landes de l'ouest se
ouvant, ainsi que je l'ai déjà montré, sur des formations par-
ulières où le sol offre les conditions les moins favorables à la
gétation, il est nécessaire d'employer dans les défrichements
plus grande quantité possible d'amendements minéraux, sur-
ıt de chaux ou de pierre calcaire, afin de modifier les pro-
iétés chimiques et physiques du sol.

Autrefois les landes de la Bretagne étaient en grande partie
uvertes de forêts, tandis que maintenant leur surface est
esque complétement nue; à la faveur de ces massifs servant
ıbri, beaucoup de portions, actuellement en friche, étaient
rées à la culture, comme le prouvent les sillons qu'y a tracés
soc de la charrue, et qui n'ont pas été entièrement effacés
r le temps.

L'abatage des forêts, sur de grandes étendues à la fois, a
des effets désastreux, car les arbres ont eux-mêmes besoin
ıbri dans la première période de leur croissance, et l'on est
rivé ainsi à un déboisement général des régions élevées. Des
ıtatives de reboisement ont été faites à l'aide de semis et de
ıntations, mais beaucoup ont échoué là où la violence des
nts s'oppose au développement de la végétation arborescente.
: même que le défrichement, le reboisement de la zone mon-
gneuse ne peut avoir lieu que d'une manière successive; les
ıssifs d'arbres que l'on formera d'abord dans les parties les
oins mauvaises et les moins exposées aux vents serviront d'abri
ceux que l'on établira plus tard sur les points dont la situation
t moins favorable.

En résumé, parmi les landes de l'Ouest, beaucoup de celles
ıi se trouvent dans des parties basses, sur des dépôts tertiaires
gilo-graveleux et caillouteux, ou dans des régions abritées.
euvent être défrichées immédiatement, lorsqu'il y a possibilité
e se procurer des engrais et des amendements minéraux; mais
s landes de la région montagneuse, des plateaux élevés, ne
isparaîtront que successivement, et après un laps de temps
ort long, à la faveur d'un reboisement graduel. Il est évident
pour moi que les entreprises de défrichement immédiat et sur
ıne vaste échelle, exécutées, soit par des compagnies, soit par

l'État, comme on l'avait proposé dans ces derniers temps, raient ruineuses et n'aboutiraient qu'à un insuccès : des exem récents nous en fournissent la preuve.

M. Michelin, demandant à M. Durocher à quels Polypi appartiennent les débris que l'on emploie à l'amendement terres, ce dernier répond que certains Polypiers, par exem les Flustres et les Eschares, abondent sur les côtes de la Bi tagne, mais qu'il n'a jamais vu de véritables madrépores place; aussi ne peut-il se prononcer sur l'origine des détrit d'apparence madréporique indiqués dans sa notice, et dont présence n'est peut être due qu'à des causes accidentelles.

M. Boubée regrette que M. Durocher, dans l'excellente com munication qu'il vient de faire à la Société, ne l'ait pas cit car déjà depuis dix ans M. Boubée avait fait ressortir le rô important que sont appelés à jouer dans l'agriculture les amen dements de roches feldspathiques; il se plaint vivement de que les géologues, oubliant des droits justement acquis par s travaux, semblent ne pas tenir compte de ses recherches dan leurs Mémoires, alors que déjà depuis dix ans il a découvert démontré ce qui fait le fond de ces Mémoires. Il espère que dés ormais les géologues seront plus justes à son égard.

M. de Koninck pense que, dans le plus grand nombre des ca le sel constitue un amendement très nuisible; peu de plantes en effet, peuvent se l'assimiler. Il faut que, dans l'amendemen le sel n'entre pas pour plus de un centième pour qu'il ne de vienne pas nuisible à la végétation.

M. Durocher fait aussi remarquer que les sables marins em ployés aux amendements ne renferment que des quantités fo minimes de sel, et que les lais de mer de Saint-Malo, dont sol est salé, constituent des terrains d'une extrême fertilité il pense donc que le sel employé jusqu'à une certaine limite do être un excellent amendement.

M. Le Blanc dit qu'aux environs d'Avesnes on sème du s sur les prairies pour y faire pousser l'herbe avec plus d'activité quand on veut tromper un acquéreur sur la valeur de la prairie

M. Hébert dit que, dans la Manche, on a abandonné l'ex ploitation des faluns pour amender les terres avec les détritu des bords de la mer.

M. Boubée pense que le sel est éminemment nuisible dans s terrains calcaires, tandis qu'à petites doses il est employé 'antageusement pour des terrains composés d'éléments granitiques. Il dit, à cette occasion, que sur les pla'eaux élevés de Auvergne on s'est aperçu que les champs perdaient leur fertité quand on enlevait les cailloux de basalte; on a été obligé y reporter ces cailloux, dont la décomposition fournissait élément alcalin à la terre.

M. de Wegmann fait remarquer que, dans l'antiquité, le sel ait considéré comme l'emblème de la stérilité; et un décret de Convention décida que du sel serait semé sur les ruines de yon, devenu la commune affranchie.

M. de Verneuil donne lecture de la lettre et du Mémoire ivants, qui lui sont adressés par le docteur Dale Owen.

New-Harmony (Indiana), 14 janvier 1849.

Mon cher monsieur,

Avec cette lettre vous recevrez un extrait du rapport que j'ai it au gouvernement des États-Unis sur le pays des Chipaways, istrict du Wisconsin, et sur une portion de l'État de Jowa, au ord du pays exploré par moi en 1839. Si vous croyez qu'il puisse ntéresser la Société géologique, veuillez le lui soumettre. Je 'ai pu y joindre aucunes illustrations, telles que cartes, coupes t figures de fossiles, le tout étant déposé à Washington pour tre publié à la fin de l'exploration dont le gouvernement m'a hargé.

Cette année, nous avons poursuivi nos recherches vers le N., usqu'au delà de la limite des États-Unis, qui est marquée, omme vous savez, par le 49e degré de latitude, et nous avons ompris dans nos études la rivière Rouge du nord, le lac Winipeg, le lac des Bois, le *Rainy lake*, et les rivages septentrionaux du lac Supérieur.

Une partie de notre corps d'expédition a exploré aussi la ivière de Saint-Pierre et ses tributaires, pour s'assurer de l'étendue des grès et du calcaire magnésien inférieurs (formations 1 et 2 de mon précédent rapport), et aussi pour déterminer jusqu'où s'étendaient les roches dévoniennes que nous avions découvertes plus au S., et vérifier s'il existait un terrain houiller

vers les sources de la rivière *Blue-Earth*, ainsi que l'avait supposé Nicollet.

L'ensemble de nos observations n'est pas encore entièrement mis en ordre, mais nous croyons pouvoir en déduire des conclusions intéressantes, soit sous le rapport de l'étendue géographique des diverses formations dans le N.-O. des États-Unis, soit sous le rapport paléontologique.

Par exemple, je crois que nous pourrons démontrer qu'il n'existe pas moins de cinq ou six couches distinctes renfermant des trilobites dans la formation 1, que d'abord l'on supposait entièrement privée de fossiles de cette classe. Ces couches sont toutes au-dessous du calcaire magnésien inférieur du Wisconsin et Jowa, qui paraît être l'équivalent du calcaire plombifère du Missouri et du groupe calcifère de New-York. Beaucoup des espèces, sinon toutes, sont nouvelles, autant que je puis en juger par les ouvrages que je possède, et elles formeront une importante addition à nos connaissances précédentes sur les strates paléozoïques les plus anciennes de l'Amérique du Nord.

Nous avons trouvé aussi l'été dernier quelques fossiles nouveaux dans le calcaire magnésien inférieur (formation 2) de Jowa et Wisconsin. Plusieurs ont beaucoup de ressemblance avec les Planorbes d'eau douce, mais sont sans doute des êtres marins voisins des *Euomphalus* et des *Ophileta* de Vanuxem.

Quelques uns des anciens crustacés trouvés dans la formation 1 sont remarquables par des appendices épineux, qui ont souvent plusieurs fois la longueur du corps de l'animal.

Sur les rivages du *Red river* du nord et du lac Winnipeg, j'ai trouvé un calcaire qui peut être rapporté à la fois au système silurien supérieur et à l'inférieur. J'y ai reconnu les espèces suivantes: *Leptæna alternata*, *L.*, sp. nova, *L. sericea*, Sow., *Spirifer lynx*, Eichw., *Lingula*, *Orbicula*, *Pleurotomaria*, *Ormoceras Brongniartii*, Troost, *Pleurotomaria lenticularis*, Sow., *Isotelus gigas*, Dekay, un Trilobite très voisin du *Illænus crassicauda*, Wahl., *Calymene senaria*, Conr., *Coscinopora sulcata*, Goldf., *Catenipora escharoides*, Lam., *Syringopora*.

Les roches se montrent rarement au jour sur la rivière Rouge. Depuis le grand coude méridional de cette rivière jusqu'à la colonie, qui est à 50 ou 60 milles au-dessus du lac Winnipeg, sur une étendue d'environ 300 à 400 milles, on ne voit que *drift* et alluvion, le pays étant une prairie vaste et unie, presque dépourvue de bois.

Nos observations de l'été dernier, ainsi que celles de 1847, ont établi que les roches dévoniennes que nous avions découvertes en 1839 dans la partie S. du district de Dubuque (Iowa) s'étendent fort loin en remontant la vallée de la rivière *Lower Iowa* et celle de son tributaire le *Red-Cedar*, et pénètrent au moins jusqu'à *Shell-Rock* et *Lime-Creek*, que vous pouvez voir sur la carte du haut Mississipi par Nicollet.

Nous sommes déjà en possession de faits et d'observations qui nous permettront de donner une carte géologique assez correcte de tout le pays baigné par le haut Mississipi, au N. de notre exploration de 1839, jusqu'au rivage O. du lac Supérieur.

Les docteurs Norwood et Shumard m'aident l'un et l'autre dans ces explorations géologiques ordonnées par le gouvernement.

Une grande partie de notre voyage a été faite dans des canots d'écorce de bouleau, car nous trouvons les meilleures sections et les meilleures expositions de roches dans les coupures faites par les cours d'eau. La légèreté extrême de ces canots nous a permis de faire des *portages* de plusieurs milles, de traverser des rapides, et d'aller par terre des sources d'une rivière à celles d'une autre. Dans quelques cas, nous avons fait des traversées par terre de 7 et 9 milles, portant avec nous un large canot en écorce de bouleau de 33 pieds de long, et en outre nos provisions et nos équipages de campement.

Nous n'avons vécu tout l'été à peu près que de porc et de farine, et de temps en temps de riz sauvage, qui croît en abondance près des lacs et des rivières de ces contrées septentrionales. Pendant une partie de mon voyage j'ai été quelquefois trois semaines sans rencontrer un seul être humain, sans voir même d'Indiens, excepté ceux attachés à mon expédition.

Une large partie de cette contrée est tellement entrecoupée de rivières, de lacs, d'étangs et de marais, qu'elle est entièrement impraticable pour des chevaux et des mules, et qu'on n'y peut voyager l'été autrement que dans des canots indiens.

Le docteur Shumard est tombé gravement malade, et a été obligé de retourner à Saint-Louis. Pendant sa convalescence, il a fait quelques excursions autour de la ville. Dans les calcaires du plateau, près du réservoir, environ 150 pieds au-dessus des couches à *Melonites multipora*, il a trouvé des bancs remplis de *cherts* contenant en abondance des coraux réticulés (*Retepora?*), et les coquilles suivantes : *Productus cora*, *Productus* indéterminé, *Orthis crenistria*, *Terebratula lamellosa*,

Spirifer deux espèces indéterminées, *Cidarites Nerei*, et plusieurs bivalves inconnues, toutes espèces qu'il avait trouvées déjà dans le Kentucky, dans des nodules siliceux semblables à la base du calcaire carbonifère. Dans le comté de Barren (Kentucky) il a trouvé aussi le *Melonites polypora*, dans la même position et avec les mêmes fossiles qu'à Saint-Louis; mais de plus il y a découvert le *Pentremites florealis*. Il pense donc que ce dernier fossile traverse tout le calcaire carbonifère, quoiqu'il soit plus abondant dans les bancs supérieurs. Le docteur Shumard incline à croire que le calcaire de Saint-Louis appartient à la partie inférieure du calcaire carbonifère, et doute que le banc de houille déjà signalé dans ce pays soit réellement dans la position que lui ont assignée MM. Roemer et Engelmann. S'il a raison, il doit manquer à Saint-Louis une grande épaisseur de strates que l'on trouve à peu de distance dans l'État d'Illinois. Ceci ne pourrait être expliqué que par un soulèvement soudain du sol, et une grande dénudation qui en aurait été la suite.

Extrait d'un rapport sur le territoire du Wisconsin et de l'État de Jowa, adressé en mars 1848 *au gouvernement des États-Unis*, par D. Dale Owen, chargé officiellement de la géologie du Wisconsin et de Jowa.

Ce rapport se divise en trois chapitres, correspondant aux trois formations qui y sont décrites. Sous le titre F. 1 se trouvent tous les détails concernant les grès les plus inférieurs du Wisconsin, et les subdivisions de cette formation sont désignées par les lettres *a*, *b*, *c*, *d*, etc. Sous le titre F. 2 et F. 3 sont décrits le calcaire magnésien inférieur et les calcaires que je regarde comme les équivalents du calcaire bleu de l'Ohio ou du système silurien inférieur de l'Europe.

F. 1. *Grès inférieurs du Wisconsin.* — Quoique les grès constituent la plus grande partie des couches de cette formation sur le haut Mi sissipi, cependant elle n'en est pas exclusivement composée. Il y a des intercalations de calcaire magnésien, spécialement à la partie supérieure, et dans certaines localités on rencontre des bancs argileux ou d'un caractère mixte qui forment une portion considérable de sa masse inférieure.

Cette formation est susceptible de plusieurs subdivisions, dont quelques-unes sont importantes sous le point de vue géo-

ogique, et méritent d'être notées ici. Nous suivrons dans leur numération l'ordre ascendant ou de bas en haut.

F. 1 *a*. Dans la partie orientale du district, le membre le plus inférieur de la série, celui qui est en contact avec les roches cristallines et métamorphiques, est un grès grossier surmonté par un grès quartzeux à éléments encore plus considérables. Dans la partie méridionale, sur la rivière Noire, et sur la branche principale et orientale du *Chipeway river*, le membre le plus inférieur est, soit un grès mêlé de cailloux, soit un grès grossier offrant des lignes de dépôt obliques à la stratification, et alternant avec des conglomérats.

F. 1 *b*. Sur la branche occidentale du *Chipeway river*, sur le Mississipi, au-dessous du lac Pepin, c'est-à-dire près de *Mountain-Island* et de l'embouchure de la rivière Noire, enfin dans la partie N. du district exploré sur la rivière Sainte-Croix, et au-dessous de ses rapides, les variétés de grès précédentes ne se montrent pas, et les plus basses couches visibles, celles qui sont en juxtaposition avec le trapp, sont des schistes silicéo-calcaires alternant avec des bancs de marnes pyritifères et chargées de fossiles. On peut les voir sur 50 pieds d'épaisseur près des rapides de la rivière Sainte-Croix.

F. 1 *c*. Immédiatement au-dessus de ces schistes, nous trouvons ordinairement un grès assez grossier variant du blanc au brun ou au vert, contenant des *Lingula* et des *Orbicula* presque toujours brisées, mais en telle abondance que nous l'avons nommé *grès à Lingules*. Sur le ruisseau appelé *Lawrence creek*, qui se décharge dans la rivière Sainte-Croix, 3 milles au-dessous des roches trappéennes des rapides, la puissance de ces grès peut être estimée à 10 ou 15 pieds; mais à *Mountain-Island*, sur le Mississipi, et en d'autres endroits au S., sur la même rivière, elle est beaucoup plus considérable.

F. 1 *d*. Cet étage est formé par des bancs argilo-calcaires et argilo-siliceux associés à des grès verts dont la couleur est due à des silicates de fer qui entrent dans leur composition. Dans certaines localités, ce grès vert forme une notable partie de la masse, comme sur le *Lawrence creek*. En cet endroit, c'est en partie un dépôt incohérent qui a été pris pour un grès vert de formation tertiaire. A *Marine-Mills*, 2 milles au-dessous du lac Sainte-Croix, une partie du même dépôt est onctueuse et tache en vert, tandis que d'autres parties sont des grès schisteux tendres et argileux, avec une petite proportion de silicate

de fer. La surface de ces grès offre de nombreuses impressions qui ressemblent à des fucoïdes.

F. 1 *e*. Grès tendre d'un jaune clair, surmonté par des bancs très épais de la même roche, avec des concrétions de calcaire magnésien. Dans quelques localités, cette subdivision renferme à sa base des bancs d'une pierre très tendre à grains fins, qui rappelle assez le tripoli.

F. 1 *f*. Alternances de grès et de calcaire magnésien avec des amandes de grès concrétionné et des oolithes siliceuses et calcaires. Les bancs supérieurs de cette subdivision sont ordinairement des grès blancs, tantôt durs et tantôt tendres, avec peu de ciment.

Quelques unes de ces subdivisions sont peut-être seulement locales, ou au moins peu prononcées. Elles varient aussi dans leurs caractères lithologiques à des points éloignés les uns des autres. Quoi qu'il en soit, elles me paraissent représenter aussi fidèlement que possible le caractère géologique des contrées à l'E. du Mississipi, depuis *Prairie à la Crosse* jusqu'aux roches ignées de la rivière Sainte-Croix. Si nous exceptons le grès blanc qui forme la masse la plus élevée de l'étage *f* de la F. 1, celui sur lequel s'appuie le calcaire magnésien inférieur (F. 2), rien de tout ce que je viens de décrire n'était connu jusqu'ici. On n'avait jamais non plus découvert de restes organiques déterminables au-dessous des bancs fossilifères gris et bleus qui forment la partie supérieure de la section à *Prairie du Chien*, et qui sont les équivalents des calcaires bleus les plus inférieurs de la vallée de l'Ohio, de sorte qu'il n'y avait pas d'éléments paléontologiques pour déterminer la place que ces strates occupent dans la série géologique. Ce n'est pas sans une vive satisfaction que nous avons pu ainsi ajouter quelque chose à la paléontologie du nord-ouest de l'Amérique, et fournir par là au géologue la clef de la distribution des roches dans la partie N. de la rivière Wisconsin, et au mineur son plus sûr guide pour se diriger dans la recherche des richesses minérales.

Plus de la moitié de la série ou formation 1, que l'on supposait d'abord entièrement privée de formes organiques, est donc maintenant reconnue comme étant fossilifère, et il n'y a pas de doute que des recherches ultérieures étendront encore ce caractère.

Il est d'ailleurs digne de remarque que la partie la plus fossilifère de F. 1 n'est pas vers le sommet, mais au contraire

rs la base, c'est-à-dire environ 700 à 800 pieds en dessous des uches qui jusqu'ici étaient considérées comme la limite de vie organique dans les masses sédimentaires de la vallée du ississipi. Et voilà qu'aujourd'hui ces strates nous offrent une ssi grande quantité d'animaux marins que le calcaire bleu ssilifère de l'Ohio, d'Indiana et du Kentucky.

La proportion des genres et des espèces, à la vérité, n'est pas ande, mais le nombre des individus est immense. Certaines rfaces de roches sont tellement couvertes de coquilles, qu'il rait difficile de mettre le doigt sur quelque place vide. Les rmes prédominantes sont les *Lingula* et les *Orbicula*, mais ıelques crustacés remarquables leur sont associés. J'ai trouvé ns des couches minces silicéo-calcaires, près du niveau des ux du Mississipi, au-dessous de *Mountain-Island*, le pygi- ım d'un trilobite particulier armé d'appendices épineux nsidérables et s'étendant en arriere, à partir de son bord pos- ·ieur. En rapport avec ces couches, on observe des grès schis- :des remplis d'une petite coquille brillante et nacrée très voi- ıe de l'*Obolus Apollinis* (Eichwald) que l'on trouve par milliers ns les couches paléozoïques inférieures de Russie. Avec ces ·ers fossiles on remarque aussi des corps comprimés subconi- es dont la nature est assez obscure, mais qui sont peut-être des pendices d'un trilobite beaucoup plus grand que celui sus- :ntionné. Ces couches sont inférieures au grès à Lingules de *ountain-Island* (F. 1 *c*), qui, selon toute probabilité, est l'é- ivalent du grès à Lingules de Potsdam, dans l'État de New- rk, lequel est considéré par la plupart des géologues amé- ains comme la roche fossilifère la plus ancienne des États- ıis (1).

A un niveau géologique un peu plus haut, entre Prairie à la osse et Bad-Axe, j'ai découvert des moules nombreux d'Or- s dans un calcaire impur de couleur foncée, associés à des ucliers de trilobites probablement d'une espèce nouvelle. Dans une roche semblable, au pied de la montagne Lagrange,

(1) Le professeur Emmons croit qu'il existe dans l'État de New-York système de roches encore plus ancien que le grès de Potsdam : c'est qu'il a appelé le système taconique, qu'il compare au terrain cam- ien d'Angleterre. Si son opinion est exacte, comme ces roches con- nnent encore quelques débris organiques, les couches du Mississipi de la rivière Sainte-Croix ne seraient peut-être pas les plus an- ns dépôts fossilifères des États-Unis ; autrement ce droit ne saurait ır être contesté.

au N. du lac Pepin, j'ai aussi observé des empreintes de *Delthyris* sous les bancs de grès verts F. 1 *c*.

Sur le même horizon géologique, j'ai découvert dans une roche argilo-calcaire, à la tête du lac Sainte-Croix, des restes nombreux de crustacés, parmi lesquels on distingue le bouclier et le post-abdomen d'une très grande espèce d'*Asaphus*, que je n'ai trouvée décrite dans aucun des ouvrages de ma bibliothèque.

A *Marine-Mills*, 10 milles au-dessus du lac Sainte-Croix, se montre un grès tendre que je rapporte encore à F. 1 *e*, et qui renferme des débris de plusieurs espèces de trilobites, dont la plus petite est de forme intermédiaire entre les genres *Agnostus*, *Trinucleus* et *Triarthus*.

Enfin, à l'embouchure de la rivière Minisha, dans un grès équivalent à la couche trilobitique de *Marine-Mills*, ou peut-être même situé plus bas dans la série, on rencontre les restes d'un très curieux trilobite pourvu d'appendices épineux courbés à l'extrémité en forme d'hameçon.

F. 2. *Calcaire magnésien inférieur du Wisconsin et de Jowa.* — Le voyageur qui visite le haut Mississipi ne peut s'empêcher de remarquer la physionomie particulière des collines qui limitent la vue de chaque côté de ce fleuve majestueux. Il admire particulièrement ces massifs de roches, qui depuis la rivière Makoheta jusqu'au lac Pepin s'élèvent hardiment en murs perpendiculaires, et se terminent en terrasses crénelées et interrompues. Ce n'est qu'après une étude minutieuse de la géologie de ces contrées qu'il peut découvrir qu'il y a là deux systèmes de roches, et que celles qui se présentent au-dessous de l'embouchure de la rivière Turkey n'appartiennent pas à la même formation géologique que celles qui sont au-dessus. Leur aspect général cependant est tellement semblable, que le mineur lui-même, qui a passé la plus grande partie de son temps à les explorer ou à les excaver jusque dans les retraites les plus solitaires, les a toujours regardées comme identiques. C'est qu'en effet les mineurs ne font attention qu'à la composition minéralogique; or, les unes et les autres sont des calcaires très magnésiens disposés en bancs épais d'une compacité et d'une dureté assez grandes; mais ces deux calcaires sont séparés l'un de l'autre par 100 ou 200 pieds d'autres roches, dont la partie supérieure est remplie de fossiles particuliers, qui constituent une époque géologique distincte, expression du long laps de temps qui s'est écoulé entre les deux périodes de dépôt de ces calcaires. Dans mes précédents rapports je les ai

désignés sous les noms de *calcaires magnésiens supérieur et inférieur*. Cette distinction, ainsi qu'on le verra plus loin, est de la dernière importance quant à la connaissance du gisement des richesses minérales des contrées que nous avons été chargés d'explorer.

Tous les grands escarpements, au S. de l'embouchure de la rivière Turkey, sont formés de calcaire magnésien supérieur, ceux au N. de l'inférieur.

L'inspection d'un échantillon n'est pas en général suffisante pour mettre le géologue en état de savoir duquel de ces deux calcaires il provient, tant il y a de ressemblance entre eux. Vus sur une large échelle, toutefois, on y découvre quelques différences. Ainsi le calcaire magnésien inférieur renferme certains bancs oolithiques; il offre aussi, par places, des grains verts disséminés dans la masse, et il est un peu plus compacte et plus foncé en couleur. La seule méthode certaine de déterminer à laquelle de ces deux formations appartiennent les roches que l'on rencontre est de rechercher avec soin leur ordre relatif de superposition, et de déterminer la nature des fossiles qu'elles renferment.

Aucune subdivision importante n'a encore été établie dans F. 2. Seulement les bancs inférieurs sont plus riches en *cherts* ou concrétions siliceuses. On y trouve aussi des cristaux de quartz rose et de spath calcaire, soit disséminés, soit en filons. Là où la masse de cette formation est complétement exposée, et n'a pas été dénudée, elle excède ordinairement 200 pieds en épaisseur; mais là où elle s'est trouvée dans une position élevée, 100 ou même 30 pieds sont souvent tout ce qui a échappé aux forces destructives qui ont balayé le sol.

Restes organiques de F. 2. — Le calcaire magnésien inférieur des États de l'Ouest et du haut Mississipi a été regardé comme dénué de fossiles. Dans nos courses de cette année nous en avons découvert quelques uns. Les plus communs sont une petite espèce de *Lingula*, et une coquille voisine des *Euomphalus*. En outre, il y a encore d'autres formes alliées aux *Ophileta* de Vanuxem, fossiles du groupe calcifère de New-York. Le docteur Shumard y a trouvé aussi, dans le district qui lui avait été assigné, sur les rivières Sainte-Croix et Saint-Pierre, trois espèces de trilobites et une Térébratule.

Richesses minérales de F. 2. — Pour se former une opinion de la richesse minérale d'un terrain dans une contrée nouvelle, où il n'y a pas de mines en exploitation, et où l'on n'a encore rien fait pour en découvrir, le géologue doit tirer ses

conclusions de principes généraux, d'observations nombreuses, de comparaisons avec d'autres districts miniers, et de précédents établis par l'expérience, et reconnus par les hommes les plus versés dans l'histoire et la statistique des mines.

Le calcaire magnésien inférieur, tel qu'il se présente au N. de la rivière Wisconsin, a beaucoup de caractères qui indiquent une roche métallifère. Il forme, ainsi que nous l'avons vu, des bancs solides et massifs; il est traversé par des crevasses et des fissures dont les parois ont peu de disposition à s'écrouler, et enfin il est coupé par des veines de spath calcaire, tel que ceux qui accompagnent ordinairement les filons métallifères. Dans certaines localités il porte la trace évidente de dérangements considérables, signes du voisinage d'un axe de dislocation. Il a, comme on l'a déjà dit, beaucoup de points d'analogie avec le calcaire magnésien supérieur de Mineral-Point et de Dubuque dans les districts du Wisconsin et de Jowa, roche qui a déjà produit beaucoup de minerais de plomb (1), ainsi que du cuivre d'excellente qualité, qui est maintenant fondu avec profit dans le voisinage des mines.

Le calcaire magnésien inférieur peut, sous un point de vue, être considéré comme plus favorablement situé que le calcaire supérieur pour contenir des filons métalliques. Il est reconnu, en géologie, que, toutes choses égales d'ailleurs, plus une roche est ancienne, plus elle est métallifère, car plus elle est près des roches cristallines ou granitiques que l'expérience nous indique comme les sources des émanations métallifères. Or, il a été démontré que les dernières couches du calcaire magnésien inférieur du haut Mississipi sont au moins à 300 ou 400 pieds au-dessous des couches galénifères du calcaire magnésien supérieur, et ne sont séparées des roches ignées que par le grès inférieur.

Si l'on se reporte à mon premier travail de 1839 (*Senate doc.* 407, p. 30), on verra que j'ai signalé comme un fait très remarquable que, dans un district aussi riche que celui qui est au S. de la rivière Wisconsin, aucun basalte, diorite, porphyre

(1) Mon estimation du produit annuel en plomb des mines de Dubuque et de Mineral-Point pour l'année 1839 (*Senate document* 407, 28e *Congrès*, *p.* 45) était de 30 millions de livres. L'exactitude de cette évaluation, que quelques personnes, à cette époque, avaient crue exagérée, a été justifiée; car il résulte du calcul des chargements de navires dans les sept dernières années, qu'il a été exporté de 32 à 54 millions de livres de plomb.

ı autre roche cristalline n'avaient été découverts jusqu'alors; ıais j'exprimais l'opinion, basée sur l'abondance des filons de lomb, et sur quelques irrégularités dans l'inclinaison des strates, ue le granite et les roches trappéennes n'étaient pas loin. Cette ıpposition a été pleinement vérifiée par la reconnaissance de ette année. Une de nos plus intéressantes découvertes a été établissement du fait que les bancs les plus inférieurs de F. 1 eposent immédiatement sur des roches cristallines ou trapéennes, ou n'en sont séparés que par une petite épaisseur de ouches métamorphiques. On en peut déduire avec assez de robabilité que toute la région minière de Dubuque et de Mineıl-Point a pour base une plate-forme syénitique et granitique, ue l'on atteindrait peut-être en perçant jusqu'à la profondeur e 1,000 à 2,000 pieds. Ces faits, pris ensemble, doivent être onsidérés comme favorables à l'idée qu'on peut se faire de la chesse minérale de F. 2. Heureusement, à l'appui de cette onclusion, nous avons déjà fait cette année quelques découertes. Près de la base d'un escarpement composé de couches ppartenant à F. 2, sur la rive O. du Mississipi, au-dessus de embouchure de Turkey-River, tout près d'un village français, docteur Andros a déjà extrait 7,000 à 10,000 livres de plomb. On a trouvé plus ou moins de galène dans toutes les fentes siuées à un demi-mille, et même à un mille de là.

Près de l'embouchure de la rivière Kikapoo, au S.-E. de la ection 10, township 7 au N., et rangée 5 à l'O. du 4e méridien rincipal, on a trouvé des morceaux de minerais de plomb d'un uart et d'une demi-livre dans les bancs siliceux du calcaire nagnésien inférieur. Une compagnie vient de commencer à exlorer ce lieu, et a déjà recueilli plusieurs centaines de livres le plomb.

Sur le côté opposé de la même vallée on a aussi trouvé plus le 400 livres de galène.

Dans les collines du premier coude occidental de la Kikaoo, un peu au-dessous de l'embouchure de Plumb-Creek, MM. Hearn et Miller ont découvert du minerai de plomb.

Dans le même voisinage, les mêmes personnes ont encore rouvé d'autres gisements, et même ont reconnu les traces l'anciennes excavations faites par les aborigènes. Entre la rivière aune et celle de *Upper-Jowa*, M. L. Martin a trouvé plusieurs norceaux de plomb à la surface, pesant de 4 à 5 onces, et a bservé certaines localités où des recherches avaient été faites ar les Indiens.

En quelques endroits, sur la rivière *Upper-Jowa*, des crevasses ont présenté des traces de galène, spécialement à un coude de cette rivière, là où elle coule entre des falaises escarpées de calcaire magnésien inférieur.

Caractères physiques et agriculture. — En voyageant dans la région du haut Mississipi, occupée par le calcaire magnésien inférieur, nous nous sommes plus d'une fois arrêtés à admirer l'ensemble pittoresque du pays, et spécialement la ressemblance frappante des roches avec des monuments en ruines.

Le caractère du paysage n'est pas, il est vrai, de ceux qui produisent de profondes impressions. Il n'y a pas de ces pics hardis qui s'élèvent avec une majestueuse grandeur, point de ces torrents dont les eaux impétueuses et couvertes d'écume disparaissent presque dans le fond d'étroits canaux, point de ces vallées profondes fermées de toutes parts, et formant comme un monde à part, pas de ces défilés étroits et tortueux, pas de ces cavernes d'où sourdent des eaux abondantes, enfin pas de ces couches plissées et contournées qui annoncent qu'on foule aux pieds un sol qui a été soumis à de violentes tortures ou à de gigantesques soulèvements. Mais la physionomie de ces contrées, quoique moins grandiose que celle des pays de montagnes, a cependant une expression fortement marquée. Ce sont des pelouses d'une riche verdure, qui descendent jusqu'au bord même des eaux, et qui recouvrent des pentes gracieuses d'où s'élancent en murailles verticales de pittoresques rochers. Ce sont des eaux claires comme le cristal, ici paisibles et unies comme un miroir, là agitées par des rapides ou interrompues par des bancs de rochers et retombant en cascades romantiques. Ce sont des masses d'arbres groupées avec un charme qui défie l'art du plus habile dessinateur, tantôt couronnant de vertes collines, tantôt disséminées çà et là sur les pentes. Du sommet des collines, les vallées intermédiaires ont l'aspect de prairies cultivées, de riches pâtures arrosées par de nombreux filets d'eau dont le cours tortueux est indiqué par des saules pleins de vigueur. Çà et là, sur le bord du ruisseau, dans une retraite bien choisie, on rencontre le wigwam solitaire, avec les chétifs ustensiles d'une famille indienne. Sur les plateaux élevés s'étendent de vastes prairies émaillées de fleurs aux couleurs brillantes, dont les vagues ondulantes se déploient au loin jusqu'à ce que le ciel et la prairie se mêlent à l'horizon. L'ensemble suggère l'idée, non pas d'un désert primitif occupé par quelques tribus sauvages, mais d'une contrée bien cultivée, qui n'aurait conservé

des demeures de [illegible] en partie détruites. [illegible] ronnants. Le caractère des [illegible] l'aspect particulier du calcaire et sa [illegible] une ressemblance un peu [illegible] assez fidèle, avec des murs [illegible] munis de contre-forts, et [illegible] que [illegible] forteresses des anciens temps.

Il y a une analogie frappante [illegible] du pays occupé par le calcaire magnésien inférieur et [illegible] district plus au S., dans le Iowa et le Wisconsin, où le calcaire magnésien supérieur est la roche superficielle. La raison en est que les deux roches sont tellement semblables dans leur composition chimique qu'elles éprouvent les mêmes altérations sous l'influence des agents atmosphériques. Il y a des paysages sur la rivière Upper-Iowa qui sont presque la contre-partie de ceux que l'on voit sur la petite Makoqueta, dans le district de Dubuque. Ce sont de ces genres de beautés naturelles qui frappent fortement les habitants, et tendent à leur faire chérir le lieu de leur naissance.

Le sol dérivé de la décomposition du calcaire magnésien inférieur est ordinairement d'excellente qualité, aussi riche en matières organiques qu'en sels minéraux, qui hâtent la croissance des plantes, et lui assurent la propriété de pouvoir produire une longue succession de récoltes. L'analyse d'une terre prise sur l'Engalli a donné 6.2 de matière organique, 11.2 de sels, 77 de silicates insolubles, et 0.8 de carbonate de chaux, c'est-à-dire 7,2 plus de sels, et 0.79 plus de carbonate de chaux que le sol des Chipaways, dans les régions sableuses de F. 1.

Au N. de la partie supérieure du lac Pepin, le pays est généralement plat, ou au moins l'est assez pour les besoins de l'agriculture, excepté dans le voisinage des cours d'eau, où le terrain est souvent brisé et abrupt. Depuis le lac Pepin, jusqu'à la rivière *Upper-Iowa*, au S., la surface est plus accidentée. Les parties qui sont trop inégales pour être cultivées donneraient d'excellents pâturages, qui ne laisseraient à désirer qu'une plus grande proportion de bois.

De la base des collines sortent souvent des sources abondantes d'une eau limpide et fraîche, qui forment ensuite des petits ruisseaux où l'on pêche des truites délicieuses. Les rivières fournissent en général d'excellents poissons. Les prairies abondent en gibier, particulièrement en daims, coqs de bruyères, faisans

et perdrix. Les oies et les canards sauvages fréquentent les rivières en bandes innombrables. Les terrains élevés pourraient offrir des pâtures excellentes pour les troupeaux, en même temps que les fonds et les vallées fourniraient du fourrage pour l'hiver (1).

Grès blanc de la rivière Saint-Pierre. — Au-dessus du calcaire magnésien inférieur se trouve un autre grès moins épais que celui décrit plus haut. C'est la roche qui occupe une partie de l'escarpement entre la première et la seconde terrasse, à Prairie-du-Chien, et qui forme la base des falaises au confluent de la rivière Saint-Pierre et du Mississipi. Elle constitue aussi les 19 pieds inférieurs de la cascade de Saint-Antoine.

Ce grès, dans la plupart des lieux où il a été reconnu, est remarquable par sa blancheur. Examiné à la loupe, il n'offre guère que des grains de quartz limpide et sans couleur. Il est plus pur que le sable de Linn (2), employé par les manufactures de glaces d'Écosse, et, à en juger par l'apparence et la composition, je crois qu'il serait propre au même emploi, en choisissant les parties les plus pures. Les bancs inférieurs ne sont ni aussi purs ni aussi blancs que les supérieurs. Dans quelques localités toute la formation ne diffère que peu du caractère ordinaire des grès de F. 1.

Ainsi que nous venons de le dire, ce grès forme une partie de l'escarpement entre la première et la seconde terrasse, à Prairie-du-Chien. Au delà il disparaît vers le N. jusqu'à quelques milles de la rivière Sainte-Croix. Près les rivières Kinnikineek, Willow et Apple il reparaît, et forme des îlots sous la forme de collines symétriques basses et plates, qui ont l'air de remblais artificiels; ces collines, composées des grès en question, sont couronnées par quelques pieds de calcaire appartenant à F. 3.

La caverne de Carver, bien connue des voyageurs sur le haut Mississipi, est située dans ce grès, l'excavation ayant été pratiquée par un ruisseau souterrain qui la traverse. La blancheur de

(1) Cette magnifique contrée appartenait autrefois à la France, qui en avait colonisé quelques points, où sa langue s'est conservée. En la visitant, en 1846, je ne pouvais m'empêcher de regretter qu'elle n'appelât pas davantage l'attention de nos travailleurs, qui cherchent à l'étranger ce qui leur manque dans leur patrie. (*Note du traducteur.*)

(2) L'analyse de cette roche donne deux trentièmes d'un pour cent de matière étrangère, qui est de l'alumine et une trace de carbonate de chaux.

pierre contraste avec les ombres épaisses de l'intérieur, et les ux noires du ruisseau, se détachant de leur lit d'un blanc de ige, éveillent, ainsi que la fraîcheur de l'atmosphère, l'idée un glacier ou d'une arche de glace donnant issue à quelque rrent descendu des montagnes.

Ce grès varie en épaisseur de 40 à 100 pieds. Il paraît être ivé de restes organiques; au moins il n'y en a pas encore été ouvé, c'est pourquoi il est difficile de dire s'il doit être conléré comme appartenant à F. 2, ou comme le membre le plus érieur de F. 3. Toutefois, puisqu'il paraît avoir été produit r une répétition de circonstances qui avaient déjà donné lieu un grès presque semblable au commencement de F. 2, j'ai a devoir provisoirement le considérer comme étant la fin de tte formation.

F. 3. *Calcaire fossilifère de Saint-Pierre.* — Quoique de u d'épaisseur, cette formation n'est pas la moins importante la moins intéressante du haut Mississipi. Elle consiste en lcaires disposés en couches minces. La portion inférieure est calcaire le plus pur de toute cette région. Contenant environ p. 100 de carbonate de chaux, et 13 de corbonate de magnésie, peut fournir une meilleure chaux qu'aucune des roches trop argées de magnésie que nous avons vues jusqu'ici au nord du Pepin. Il contient 13 p. 100 de chaux de plus, et 27 p. 100 magnésie de moins que la pierre de l'île de Grey-Cloud, déndant de F. 2, qui a cependant été employée pour faire de la aux.

Un calcaire pur, ou au moins comparativement débarrassé de agnésie, est un grand *desideratum* dans un pays comme celui haut Mississipi, où les roches sont ordinairement fortement argées de cette terre alcaline.

Entre les bancs supérieurs et inférieurs de F. 3 s'intercalent uelques pieds d'une roche argilo-calcaire. L'épaisseur totale ces bancs, soit à l'embouchure de la rivière Saint-Pierre, oit aux cascades de Saint-Antoine, est de 34 pieds, là où ils posent immédiatement sur le grès blanc que nous venons de écrire.

Par suite de la facilité de ce grès à se désagréger, le lcaire qui lui est supérieur a souvent été miné à sa base, se trouvant inégalement soutenu, il en est résulté des gnes de fracture suivant lesquelles les couches ont été déngées. Elles prennent alors souvent l'apparence de couches dressées ou abaissées par quelques uns de ces grands mouve-

ments généraux tels que ceux qui se sont fait sentir dans des districts peu éloignés, où les couches inclinent de 100 pieds par mille anglais.

Entre Saint-Paul et Saint-Pierre, là où ces roches sont à découvert sur le côté N.-E. du Mississipi, on voit sous le calcaire des graviers et des blocs qui semblent indiquer une espèce de *drift* qui aurait été déposé à une époque contemporaine de ces anciennes roches. Mais un examen plus minutieux nous a convaincu que ces blocs et ce gravier se sont introduits par des fissures ou des glissements sous le rebord des couches calcaires, et un peu dans leur intérieur. On ne peut expliquer ce fait qu'en supposant qu'ils y ont été portés et poussés par des glaces à une époque où les eaux du Mississipi coulaient à un niveau plus élevé, et que les dégels les ont laissés dans cette position équivoque.

Les calcaires de F. 3 sont riches en restes organiques. Dans les 23 pieds les plus inférieurs, le docteur Shumard et moi nous avons reconnu 15 espèces identiques avec des fossiles du calcaire bleu de l'Ohio (silurien inférieur de l'Europe), savoir : *Terebratula capax* (Conrad), *Atrypa communis*, *Orthis formosa*, *O. testudinaria*, *O. callactis*, *Leptæna Madisoni* (1), *L. sericea*, *Spirifer lynx*, *Pleurotomaria*, *Bellerophon bilobatus*, *Isoletus gigas*, *Calymene senaria*, *Chætetes lycoperdon*, *Cyathophyllum ceratites*, *Graptolites*. En outre, nous avons recueilli dans ces couches 22 espèces de fossiles indéterminés, appartenant aux genres suivants : *Calymene* 2 espèces, *Asaphus*, *Bronteus*, *Illænus*, *Spirifer* 2 espèces, *Terebratula* 2 espèces, *Orthis* 3 ou 4 espèces, *Leptæna*, *Orthoceratites* 3 espèces, *Cyrtoceras*, *Cypricardia*, *Pleurotomaria*, *Turbo*, *Favosites* 2 espèces, *Cyathocrinus*.

Dans les derniers 6 pieds de la partie supérieure de la même formation, au fort Snelling et aux cascades de Saint-Antoine, nous avons trouvé des fossiles dont aucun ne nous a paru identique avec ceux de la vallée de l'Ohio. Quelques uns cependant figurent parmi ceux que M. Hall a décrits comme appartenant au *Trenton limestone* de l'État de New-York, savoir : *Illænus crassicauda*, *Pleurotomaria umbilicata*, *P. subconica*, *Cyrto-*

---

(1) La *T. capax*, les *Orthis formosa* et *callactis*, et le *Leptæna Madisoni*, ont été nommés par M. Hall : *Terebratula increbescens*, *Orthis sinuata*, *O. plicatella*, et *Leptæna planumbona*. (*Paleontol. of New-York.*) (Note du traducteur).

erris macrostomum; les autres sont des espèces indéterminées les genres *Orthis*, *Leptæna*, *Terebratula*, *Pentamerus* et *Cyathophyllum*.

Quelques espèces découvertes par le docteur Shumard et par moi dans les 23 pieds inférieurs de cette formation sont identiques avec des formes trouvées dans le calcaire gris au niveau des eaux basses du Mississipi, à Eagle-Point, au-dessus de Dubuque, et que j'ai décrites et figurées dans mon rapport de 1839. Celles des 6 pieds de la partie supérieure ressemblent à des espèces trouvées dans le calcaire magnésien, au-dessus de ce calcaire gris et appartenant à la base du calcaire magnésien supérieur du Wisconsin. Quelques espèces sont sans doute particulières à cette localité, mais le temps ne nous a pas encore permis de bien rechercher leurs vrais caractères spécifiques.

Les hauteurs près du fort Snelling commandent une perspective étendue, soit en remontant la vallée de Saint-Pierre, soit vers les cascades de Saint-Antoine et sur le pays environnant, des deux côtés du Mississipi. Dans toutes les directions, aussi loin que l'œil peut atteindre, s'étendent de vastes prairies ondulées qui recouvrent un sol calcaire d'une excellente qualité pour l'agriculture, et remarquable par les riches récoltes de grains qu'il pourrait produire. Tandis que la plus grande portion du sol est formée par le calcaire dont nous venons de parler, avec plus ou moins de *drift* qui le recouvre, d'autres espaces limités offrent une marne blanche et une terre composée d'infusoires, qui possèdent des propriétés très fertilisantes.

Le bois est rare sur cette partie du haut Mississipi, et est limité à des ceintures étroites, le long des cours d'eau, mais la contrée voisine du fleuve pourrait être facilement approvisionnée de bois venant des parties supérieures de son cours, et d'ailleurs si le pays était habité par un peuple intelligent, sa surface se couvrirait bientôt de plantations.

Les cascades de Saint-Antoine sont à présent à 7 milles de l'embouchure de la rivière de Saint-Pierre. Il est cependant probable qu'elles ont occupé jadis une position près du fort Snelling, si l'on en juge par les apparences de la gorge entre cet endroit et Saint-Antoine. On comprend qu'il ne soit pas possible d'obtenir du peu de colons récemment établis dans ce pays des renseignements sur le degré d'usure des roches, mais on peut juger, par la condition des strates elles-mêmes, que la cascade a dû éprouver un mouvement rétrograde assez rapide, spéciale-

au N. du lac Pepin, j'ai aussi observé des empreintes de *Delthyris* sous les bancs de grès verts F. 1 *c*.

Sur le même horizon géologique, j'ai découvert dans une roche argilo-calcaire, à la tête du lac Sainte-Croix, des restes nombreux de crustacés, parmi lesquels on distingue le bouclier et le post-abdomen d'une très grande espèce d'*Asaphus*, que je n'ai trouvée décrite dans aucun des ouvrages de ma bibliothèque.

A *Marine-Mills*, 10 milles au-dessus du lac Sainte-Croix, se montre un grès tendre que je rapporte encore à F. 1 *e*, et qui renferme des débris de plusieurs espèces de trilobites, dont la plus petite est de forme intermédiaire entre les genres *Agnostus*, *Trinucleus* et *Triarthus*.

Enfin, à l'embouchure de la rivière Minisha, dans un grès équivalent à la couche trilobitique de *Marine-Mills*, ou peut-être même situé plus bas dans la série, on rencontre les restes d'un très curieux trilobite pourvu d'appendices épineux courbes à l'extrémité en forme d'hameçon.

F. 2. *Calcaire magnésien inférieur du Wisconsin et de Jowa.* — Le voyageur qui visite le haut Mississipi ne peut s'empêcher de remarquer la physionomie particulière des collines qui limitent la vue de chaque côté de ce fleuve majestueux. Il admire particulièrement ces massifs de roches, qui depuis la rivière Makoheta jusqu'au lac Pepin s'élèvent hardiment en murs perpendiculaires, et se terminent en terrasses crénelées et interrompues. Ce n'est qu'après une étude minutieuse de la géologie de ces contrées qu'il peut découvrir qu'il y a là deux systèmes de roches, et que celles qui se présentent au-dessous de l'embouchure de la rivière Turkey n'appartiennent pas à la même formation géologique que celles qui sont au-dessus. Leur aspect général cependant est tellement semblable, que le mineur lui-même, qui a passé la plus grande partie de son temps à les explorer ou à les excaver jusque dans les retraites les plus solitaires, les a toujours regardées comme identiques. C'est qu'en effet les mineurs ne font attention qu'à la composition minéralogique; or, les unes et les autres sont des calcaires très magnésiens disposés en bancs épais d'une compacité et d'une dureté assez grandes; mais ces deux calcaires sont séparés l'un de l'autre par 100 ou 200 pieds d'autres roches, dont la partie supérieure est remplie de fossiles particuliers, qui constituent une époque géologique distincte, expression du long laps de temps qui s'est écoulé entre les deux périodes de dépôt de ces calcaires. Dans mes précédents rapports je les ai

désignés sous les noms de *calcaires magnésiens supérieur et inférieur*. Cette distinction, ainsi qu'on le verra plus loin, est de la dernière importance quant à la connaissance du gisement des richesses minérales des contrées que nous avons été chargés d'explorer.

Tous les grands escarpements, au S. de l'embouchure de la rivière Turkey, sont formés de calcaire magnésien supérieur, ceux au N. de l'inférieur.

L'inspection d'un échantillon n'est pas en général suffisante pour mettre le géologue en état de savoir duquel de ces deux calcaires il provient, tant il y a de ressemblance entre eux. Vus sur une large échelle, toutefois, on y découvre quelques différences. Ainsi le calcaire magnésien inférieur renferme certains bancs oolithiques; il offre aussi, par places, des grains verts disséminés dans la masse, et il est un peu plus compacte et plus foncé en couleur. La seule méthode certaine de déterminer à laquelle de ces deux formations appartiennent les roches que l'on rencontre est de rechercher avec soin leur ordre relatif de superposition, et de déterminer la nature des fossiles qu'elles renferment.

Aucune subdivision importante n'a encore été établie dans F. 2. Seulement les bancs inférieurs sont plus riches en *cherts* ou concrétions siliceuses. On y trouve aussi des cristaux de quartz rose et de spath calcaire, soit disséminés, soit en filons. Là où la masse de cette formation est complétement exposée, et n'a pas été dénudée, elle excède ordinairement 200 pieds en épaisseur; mais là où elle s'est trouvée dans une position élevée, 100 ou même 30 pieds sont souvent tout ce qui a échappé aux forces destructives qui ont balayé le sol.

Restes organiques de F. 2. — Le calcaire magnésien inférieur des États de l'Ouest et du haut Mississipi a été regardé comme dénué de fossiles. Dans nos courses de cette année nous en avons découvert quelques uns. Les plus communs sont une petite espèce de *Lingula*, et une coquille voisine des *Euomphalus*. En outre, il y a encore d'autres formes alliées aux *Ophileta* de Vanuxem, fossiles du groupe calcifère de New-York. Le docteur Shumard y a trouvé aussi, dans le district qui lui avait été assigné, sur les rivières Sainte-Croix et Saint-Pierre, trois espèces de trilobites et une Térébratule.

Richesses minérales de F. 2. — Pour se former une opinion de la richesse minérale d'un terrain dans une contrée nouvelle, où il n'y a pas de mines en exploitation, et où l'on n'a encore rien fait pour en découvrir, le géologue doit tirer ses

conclusions de principes généraux, d'observations nombreuses, de comparaisons avec d'autres districts miniers, et de précédents établis par l'expérience, et reconnus par les hommes les plus versés dans l'histoire et la statistique des mines.

Le calcaire magnésien inférieur, tel qu'il se présente au N. de la rivière Wisconsin, a beaucoup de caractères qui indiquent une roche métallifère. Il forme, ainsi que nous l'avons vu, des bancs solides et massifs; il est traversé par des crevasses et des fissures dont les parois ont peu de disposition à s'écrouler, et enfin il est coupé par des veines de spath calcaire, tel que ceux qui accompagnent ordinairement les filons métallifères. Dans certaines localités il porte la trace évidente de dérangements considérables, signes du voisinage d'un axe de dislocation. Il a, comme on l'a déjà dit, beaucoup de points d'analogie avec le calcaire magnésien supérieur de Mineral-Point et de Dubuque dans les districts du Wisconsin et de Jowa, roche qui a déjà produit beaucoup de minerais de plomb (1), ainsi que du cuivre d'excellente qualité, qui est maintenant fondu avec profit dans le voisinage des mines.

Le calcaire magnésien inférieur peut, sous un point de vue, être considéré comme plus favorablement situé que le calcaire supérieur pour contenir des filons métalliques. Il est reconnu, en géologie, que, toutes choses égales d'ailleurs, plus une roche est ancienne, plus elle est métallifère, car plus elle est près des roches cristallines ou granitiques que l'expérience nous indique comme les sources des émanations métallifères. Or, il a été démontré que les dernières couches du calcaire magnésien inférieur du haut Mississipi sont au moins à 300 ou 400 pieds au-dessous des couches galénifères du calcaire magnésien supérieur, et ne sont séparées des roches ignées que par le grès inférieur.

Si l'on se reporte à mon premier travail de 1839 (*Senate doc.* 407, p. 30), on verra que j'ai signalé comme un fait très remarquable que, dans un district aussi riche que celui qui est au S. de la rivière Wisconsin, aucun basalte, diorite, porphyre

(1) Mon estimation du produit annuel en plomb des mines de Dubuque et de Mineral-Point pour l'année 1839 (*Senate document* 407, 28e *Congrès*, *p.* 45) était de 30 millions de livres. L'exactitude de cette évaluation, que quelques personnes, à cette époque, avaient crue exagérée, a été justifiée; car il résulte du calcul des chargements de navires dans les sept dernières années, qu'il a été exporté de 32 à 54 millions de livres de plomb.

ou autre roche cristalline n'avaient été découverts jusqu'alors; mais j'exprimais l'opinion, basée sur l'abondance des filons de plomb, et sur quelques irrégularités dans l'inclinaison des strates, que le granite et les roches trappéennes n'étaient pas loin. Cette supposition a été pleinement vérifiée par la reconnaissance de cette année. Une de nos plus intéressantes découvertes a été l'établissement du fait que les bancs les plus inférieurs de F. 1 reposent immédiatement sur des roches cristallines ou trappéennes, ou n'en sont séparés que par une petite épaisseur de couches métamorphiques. On en peut déduire avec assez de probabilité que toute la région minière de Dubuque et de Mineral-Point a pour base une plate-forme syénitique et granitique, que l'on atteindrait peut-être en perçant jusqu'à la profondeur de 1,000 à 2,000 pieds. Ces faits, pris ensemble, doivent être considérés comme favorables à l'idée qu'on peut se faire de la richesse minérale de F. 2. Heureusement, à l'appui de cette conclusion, nous avons déjà fait cette année quelques découvertes. Près de la base d'un escarpement composé de couches appartenant à F. 2, sur la rive O. du Mississipi, au-dessus de l'embouchure de Turkey-River, tout près d'un village français, le docteur Andros a déjà extrait 7,000 à 10,000 livres de plomb. On a trouvé plus ou moins de galène dans toutes les fentes situées à un demi-mille, et même à un mille de là.

Près de l'embouchure de la rivière Kikapoo, au S.-E. de la section 10, township 7 au N., et rangée 5 à l'O. du 4e méridien principal, on a trouvé des morceaux de minerais de plomb d'un quart et d'une demi-livre dans les bancs siliceux du calcaire magnésien inférieur. Une compagnie vient de commencer à explorer ce lieu, et a déjà recueilli plusieurs centaines de livres de plomb.

Sur le côté opposé de la même vallée on a aussi trouvé plus de 400 livres de galène.

Dans les collines du premier coude occidental de la Kikapoo, un peu au-dessous de l'embouchure de Plumb-Creek, MM. Hearn et Miller ont découvert du minerai de plomb.

Dans le même voisinage, les mêmes personnes ont encore trouvé d'autres gisements, et même ont reconnu les traces d'anciennes excavations faites par les aborigènes. Entre la rivière Jaune et celle de *Upper-Jowa*, M. L. Martin a trouvé plusieurs morceaux de plomb à la surface, pesant de 4 à 5 onces, et a observé certaines localités où des recherches avaient été faites par les Indiens.

En quelques endroits, sur la rivière *Upper-Jowa*, des crevasses ont présenté des traces de galène, spécialement à un coude de cette rivière, là où elle coule entre des falaises escarpées de calcaire magnésien inférieur.

Caractères physiques et agriculture. — En voyageant dans la région du haut Mississipi, occupée par le calcaire magnésien inférieur, nous nous sommes plus d'une fois arrêtés à admirer l'ensemble pittoresque du pays, et spécialement la ressemblance frappante des roches avec des monuments en ruines.

Le caractère du paysage n'est pas, il est vrai, de ceux qui produisent de profondes impressions. Il n'y a pas de ces pics hardis qui s'élèvent avec une majestueuse grandeur, point de ces torrents dont les eaux impétueuses et couvertes d'écume disparaissent presque dans le fond d'étroits canaux, point de ces vallées profondes fermées de toutes parts, et formant comme un monde à part, pas de ces défilés étroits et tortueux, pas de ces cavernes d'où sourdent des eaux abondantes, enfin pas de ces couches plissées et contournées qui annoncent qu'on foule aux pieds un sol qui a été soumis à de violentes tortures ou à de gigantesques soulèvements. Mais la physionomie de ces contrées, quoique moins grandiose que celle des pays de montagnes, a cependant une expression fortement marquée. Ce sont des pelouses d'une riche verdure, qui descendent jusqu'au bord même des eaux, et qui recouvrent des pentes gracieuses d'où s'élancent en murailles verticales de pittoresques rochers. Ce sont des eaux claires comme le cristal, ici paisibles et unies comme un miroir, là agitées par des rapides ou interrompues par des bancs de rochers et retombant en cascades romantiques. Ce sont des masses d'arbres groupées avec un charme qui défie l'art du plus habile dessinateur, tantôt couronnant de vertes collines, tantôt disséminées çà et là sur les pentes. Du sommet des collines, les vallées intermédiaires ont l'aspect de prairies cultivées, de riches pâtures arrosées par de nombreux filets d'eau dont le cours tortueux est indiqué par des saules pleins de vigueur. Çà et là, sur le bord du ruisseau, dans une retraite bien choisie, on rencontre le wigwam solitaire, avec les chétifs ustensiles d'une famille indienne. Sur les plateaux élevés s'étendent de vastes prairies émaillées de fleurs aux couleurs brillantes, dont les vagues ondulantes se déploient au loin jusqu'à ce que le ciel et la prairie se mêlent à l'horizon. L'ensemble suggère l'idée, non pas d'un désert primitif occupé par quelques tribus sauvages, mais d'une contrée bien cultivée, qui n'aurait conservé

des demeures de ses habitants que les forteresses de ses chefs, en partie détruites, étalant leurs ruines sur les sommets environnants. Le caractère des roches aide surtout à l'illusion, car l'aspect particulier du calcaire et sa décomposition lui donnent une ressemblance un peu fantastique sans doute, mais toutefois assez fidèle, avec des murs délabrés, couronnés de parapets munis de contre-forts, et flanqués de tours, tels que ceux des forteresses des anciens temps.

Il y a une analogie frappante entre les caractères physiques du pays occupé par le calcaire magnésien inférieur et celui du district plus au S., dans le Jowa et le Wisconsin, où le calcaire magnésien supérieur est la roche superficielle. La raison en est que les deux roches sont tellement semblables dans leur composition chimique qu'elles éprouvent les mêmes altérations sous l'influence des agents atmosphériques. Il y a des paysages sur la rivière Upper-Jowa qui sont presque la contre-partie de ceux que l'on voit sur la petite Makoqueta, dans le district de Dubuque. Ce sont de ces genres de beautés naturelles qui frappent fortement les habitants, et tendent à leur faire chérir le lieu de leur naissance.

Le sol dérivé de la décomposition du calcaire magnésien inférieur est ordinairement d'excellente qualité, aussi riche en matières organiques qu'en sels minéraux, qui hâtent la croissance des plantes, et lui assurent la propriété de pouvoir produire une longue succession de récoltes. L'analyse d'une terre prise sur l'Eugalli a donné 6,2 de matière organique, 11,2 de sels, 77 de silicates insolubles, et 0,8 de carbonate de chaux, c'est-à-dire 7,2 plus de sels, et 0,79 plus de carbonate de chaux que le sol des Chipaways, dans les régions sableuses de F. 1.

Au N. de la partie supérieure du lac Pepin, le pays est généralement plat, ou au moins l'est assez pour les besoins de l'agriculture, excepté dans le voisinage des cours d'eau, où le terrain est souvent brisé et abrupt. Depuis le lac Pepin, jusqu'à la rivière *Upper-Jowa*, au S., la surface est plus accidentée. Les parties qui sont trop inégales pour être cultivées donneraient d'excellents pâturages, qui ne laisseraient à désirer qu'une plus grande proportion de bois.

De la base des collines sortent souvent des sources abondantes d'une eau limpide et fraîche, qui forment ensuite des petits ruisseaux où l'on pêche des truites délicieuses. Les rivières fournissent en général d'excellents poissons. Les prairies abondent en gibier, particulièrement en daims, coqs de bruyères, faisans

et perdrix. Les oies et les canards sauvages fréquentent les rivières en bandes innombrables. Les terrains élevés pourraient offrir des pâtures excellentes pour les troupeaux, en même temps que les fonds et les vallées fourniraient du fourrage pour l'hiver (1).

Grès blanc de la rivière Saint-Pierre. — Au-dessus du calcaire magnésien inférieur se trouve un autre grès moins épais que celui décrit plus haut. C'est la roche qui occupe une partie de l'escarpement entre la première et la seconde terrasse, à Prairie-du-Chien, et qui forme la base des falaises au confluent de la rivière Saint-Pierre et du Mississipi. Elle constitue aussi les 19 pieds inférieurs de la cascade de Saint-Antoine.

Ce grès, dans la plupart des lieux où il a été reconnu, est remarquable par sa blancheur. Examiné à la loupe, il n'offre guère que des grains de quartz limpide et sans couleur. Il est plus pur que le sable de Linn (2), employé par les manufactures de glaces d'Écosse, et, à en juger par l'apparence et la composition, je crois qu'il serait propre au même emploi, en choisissant les parties les plus pures. Les bancs inférieurs ne sont ni aussi purs ni aussi blancs que les supérieurs. Dans quelques localités toute la formation ne diffère que peu du caractère ordinaire des grès de F. 1.

Ainsi que nous venons de le dire, ce grès forme une partie de l'escarpement entre la première et la seconde terrasse, à Prairie-du-Chien. Au delà il disparaît vers le N. jusqu'à quelques milles de la rivière Sainte-Croix. Près les rivières Kinnikineek, Willow et Apple il reparaît, et forme des îlots sous la forme de collines symétriques basses et plates, qui ont l'air de remblais artificiels; ces collines, composées des grès en question, sont couronnées par quelques pieds de calcaire appartenant à F. 3.

La caverne de Carver, bien connue des voyageurs sur le haut Mississipi, est située dans ce grès, l'excavation ayant été pratiquée par un ruisseau souterrain qui la traverse. La blancheur de

(1) Cette magnifique contrée appartenait autrefois à la France, qui en avait colonisé quelques points, où sa langue s'est conservée. En la visitant, en 1846, je ne pouvais m'empêcher de regretter qu'elle n'appelât pas davantage l'attention de nos travailleurs, qui cherchent à l'étranger ce qui leur manque dans leur patrie. (*Note du traducteur.*)

(2) L'analyse de cette roche donne deux trentièmes d'un pour cent de matière étrangère, qui est de l'alumine et une trace de carbonate de chaux.

la pierre contraste avec les ombres épaisses de l'intérieur, et les eaux noires du ruisseau, se détachant de leur lit d'un blanc de neige, éveillent, ainsi que la fraîcheur de l'atmosphère, l'idée d'un glacier ou d'une arche de glace donnant issue à quelque torrent descendu des montagnes.

Ce grès varie en épaisseur de 40 à 100 pieds. Il paraît être privé de restes organiques; au moins il n'y en a pas encore été trouvé, c'est pourquoi il est difficile de dire s'il doit être considéré comme appartenant à F. 2, ou comme le membre le plus inférieur de F. 3. Toutefois, puisqu'il paraît avoir été produit par une répétition de circonstances qui avaient déjà donné lieu à un grès presque semblable au commencement de F. 2, j'ai cru devoir provisoirement le considérer comme étant la fin de cette formation.

F. 3. *Calcaire fossilifère de Saint-Pierre.* — Quoique de peu d'épaisseur, cette formation n'est pas la moins importante ni la moins intéressante du haut Mississipi. Elle consiste en calcaires disposés en couches minces. La portion inférieure est le calcaire le plus pur de toute cette région. Contenant environ 65 p. 100 de carbonate de chaux, et 13 de corbonate de magnésie, il peut fournir une meilleure chaux qu'aucune des roches trop chargées de magnésie que nous avons vues jusqu'ici au nord du lac Pepin. Il contient 13 p. 100 de chaux de plus, et 27 p. 100 de magnésie de moins que la pierre de l'île de Grey-Cloud, dépendant de F. 2, qui a cependant été employée pour faire de la chaux.

Un calcaire pur, ou au moins comparativement débarrassé de magnésie, est un grand *desideratum* dans un pays comme celui du haut Mississipi, où les roches sont ordinairement fortement chargées de cette terre alcaline.

Entre les bancs supérieurs et inférieurs de F. 3 s'intercalent quelques pieds d'une roche argilo-calcaire. L'épaisseur totale de ces bancs, soit à l'embouchure de la rivière Saint-Pierre, soit aux cascades de Saint-Antoine, est de 34 pieds, là où ils reposent immédiatement sur le grès blanc que nous venons de décrire.

Par suite de la facilité de ce grès à se désagréger, le calcaire qui lui est supérieur a souvent été miné à sa base, et se trouvant inégalement soutenu, il en est résulté des lignes de fracture suivant lesquelles les couches ont été dérangées. Elles prennent alors souvent l'apparence de couches redressées ou abaissées par quelques uns de ces grands mouve-

ments généraux tels que ceux qui se sont fait sentir dans des districts peu éloignés, où les couches inclinent de 100 pieds par mille anglais.

Entre Saint-Paul et Saint-Pierre, là où ces roches sont à découvert sur le côté N.-E. du Mississipi, on voit sous le calcaire des graviers et des blocs qui semblent indiquer une espèce de *drift* qui aurait été déposé à une époque contemporaine de ces anciennes roches. Mais un examen plus minutieux nous a convaincu que ces blocs et ce gravier se sont introduits par des fissures ou des glissements sous le rebord des couches calcaires, et un peu dans leur intérieur. On ne peut expliquer ce fait qu'en supposant qu'ils y ont été portés et poussés par des glaces à une époque où les eaux du Mississipi coulaient à un niveau plus élevé, et que les dégels les ont laissés dans cette position équivoque.

Les calcaires de F. 3 sont riches en restes organiques. Dans les 23 pieds les plus inférieurs, le docteur Shumard et moi nous avons reconnu 15 espèces identiques avec des fossiles du calcaire bleu de l'Ohio (silurien inférieur de l'Europe), savoir : *Terebratula capax* (Conrad), *Atrypa communis*, *Orthis formosa*, *O. testudinaria*, *O. callactis*, *Leptæna Madisoni* (1), *L. sericea*, *Spirifer lynx*, *Pleurotomaria*, *Bellerophon bilobatus*, *Isoletus gigas*, *Calymene senaria*, *Chætetes lycoperdon*, *Cyathophyllum ceratites*, *Graptolites*. En outre, nous avons recueilli dans ces couches 22 espèces de fossiles indéterminés, appartenant aux genres suivants : *Calymene* 2 espèces, *Asaphus*, *Bronteus*, *Illænus*, *Spirifer* 2 espèces, *Terebratula* 2 espèces, *Orthis* 3 ou 4 espèces, *Leptæna*, *Orthoceratites* 3 espèces, *Cyrtoceras*, *Cypricardia*, *Pleurotomaria*, *Turbo*, *Favosites* 2 espèces, *Cyathocrinus*.

Dans les derniers 6 pieds de la partie supérieure de la même formation, au fort Snelling et aux cascades de Saint-Antoine, nous avons trouvé des fossiles dont aucun ne nous a paru identique avec ceux de la vallée de l'Ohio. Quelques uns cependant figurent parmi ceux que M. Hall a décrits comme appartenant au *Trenton limestone* de l'État de New-York, savoir : *Illænus crassicauda*, *Pleurotomaria umbilicata*, *P. subconica*, *Cyrto-*

---

(1) La *T. capax*, les *Orthis formosa* et *callactis*, et le *Leptæna Madisoni*, ont été nommés par M. Hall : *Terebratula increbescens*, *Orthis sinuata*, *O. plicatella*, et *Leptæna planumbona*. (*Paleontol. of New-York*.) (Note du traducteur).

ceras macrostomum; les autres sont des espèces indéterminées des genres *Orthis*, *Leptæna*, *Terebratula*, *Pentamerus* et *Cyathophyllum*.

Quelques espèces découvertes par le docteur Shumard et par moi dans les 23 pieds inférieurs de cette formation sont identiques avec des formes trouvées dans le calcaire gris au niveau des eaux basses du Mississipi, à Eagle-Point, au-dessus de Dubuque, et que j'ai décrites et figurées dans mon rapport de 1839. Celles des 6 pieds de la partie supérieure ressemblent à des espèces trouvées dans le calcaire magnésien, au-dessus de ce calcaire gris et appartenant à la base du calcaire magnésien supérieur du Wisconsin. Quelques espèces sont sans doute particulières à cette localité, mais le temps ne nous a pas encore permis de bien rechercher leurs vrais caractères spécifiques.

Les hauteurs près du fort Snelling commandent une perspective étendue, soit en remontant la vallée de Saint-Pierre, soit vers les cascades de Saint-Antoine et sur le pays environnant, des deux côtés du Mississipi. Dans toutes les directions, aussi loin que l'œil peut atteindre, s'étendent de vastes prairies ondulées qui recouvrent un sol calcaire d'une excellente qualité pour l'agriculture, et remarquable par les riches récoltes de grains qu'il pourrait produire. Tandis que la plus grande portion du sol est formée par le calcaire dont nous venons de parler, avec plus ou moins de *drift* qui le recouvre, d'autres espaces limités offrent une marne blanche et une terre composée d'infusoires, qui possèdent des propriétés très fertilisantes.

Le bois est rare sur cette partie du haut Mississipi, et est limité à des ceintures étroites, le long des cours d'eau, mais la contrée voisine du fleuve pourrait être facilement approvisionnée de bois venant des parties supérieures de son cours, et d'ailleurs si le pays était habité par un peuple intelligent, sa surface se couvrirait bientôt de plantations.

Les cascades de Saint-Antoine sont à présent à 7 milles de l'embouchure de la rivière de Saint-Pierre. Il est cependant probable qu'elles ont occupé jadis une position près du fort Snelling, si l'on en juge par les apparences de la gorge entre cet endroit et Saint-Antoine. On comprend qu'il ne soit pas possible d'obtenir du peu de colons récemment établis dans ce pays des renseignements sur le degré d'usure des roches, mais on peut juger, par la condition des strates elles-mêmes, que la cascade a dû éprouver un mouvement rétrograde assez rapide, spéciale-

ment là où le grès tendre inférieur est le plus épais. Le ciment qui retient ensemble les particules du grès de la rivière de Saint-Pierre est si faible, qu'on a de la peine à obtenir un échantillon solide; or, c'est là la roche qui, recouverte de 15 ou 20 pieds de calcaire schistoïde, forme la cataracte de Saint-Antoine. Les amas confus et les masses disloquées de calcaire entassés les unes sur les autres indiquent les affouillements qui se sont opérés et qui se font encore tous les jours. La position des bancs calcaires qui, sur plusieurs centaines de mètres en remontant au-dessus de la chute, sont inclinés dans un sens contraire à celui du faible plongement local des couches, est le résultat de l'eau qui en coulant pénètre dans les fissures des strates et entraîne graduellement les particules du grès sur lequel ces bancs reposent. On comprend ainsi comment les roches se fendent et comment des masses énormes s'en détachent de temps en temps et se précipitent dans les rapides en dessous. Par cette action, la cataracte, dans la suite des temps, se convertira toute entière en rapides, car à mesure qu'elle rétrogradera, le grès, en raison de son inclinaison, diminuera en épaisseur et enfin disparaîtra sous le niveau de l'eau. Nos observations sur le plongement des couches nous ont démontré que ce cas arrivera quand la cascade se sera retirée de 6 ou 7 milles, et qu'elle sera à peu de distance au-dessous de la rivière Rum.

Extrait du chapitre deuxième.

Constitution géologique de Winnebago Reserve. — Les principaux cours d'eau qui arrosent le terrain neutre à l'ouest du Mississipi, réservé aux tribus indiennes des Winnebagos, sont les rivières Turkey, Upper-Jowa et Red-Cedar. C'est là que nos observations ont été dirigées. De la partie sud de cette réserve, jusqu'à l'agence et au fort Atkinson, les roches appartiennent à la même époque géologique que celles décrites dans mon rapport de 1839 et celles qui forment les 100 derniers pieds du sommet des collines, à Prairie-du-Chien, c'est-à-dire au calcaire gris fossilifère qui repose sur le calcaire magnésien supérieur. Elles ont toutefois un aspect un peu différent qui imprime une physionomie particulière aux plateaux élevés des parties orientales de la réserve des Winnebagos. On y rencontre en effet des collines de forme singulière, à sommet plat et qui se raccordent avec le niveau général du terrain par des pentes si régu-

lières et si symétriques, que, si leur hauteur et leur étendue ne s'y opposaient, on serait tenté de leur attribuer une origine artificielle. Mais le moindre examen fait bientôt reconnaître que les bancs de calcaire dont elles sont composées appartiennent au terrain silurien. Les collines près de l'agence, sur le côté E. de la rivière Turkey, présentent généralement, au sud et à l'ouest, un escarpement vertical de 50 à 60 pieds terminé à la base par un plateau dont l'élévation au-dessus de la rivière est de 140 pieds. Dans ce plateau, on n'a pas trouvé de fossiles assez bien déterminés pour assigner aux couches un âge bien précis. Cependant on croit qu'elles représentent la partie inférieure du calcaire magnésien supérieur, ordinairement si riche en plomb, qui prend ici un caractère lithologique particulier. A la hauteur de 100 à 120 pieds au-dessus de la rivière Turkey, les roches sont plus schisteuses, plus terreuses, et les bancs calcaires des 50 pieds d'en bas alternent avec des couches d'argile et contiennent beaucoup de fossiles, dont les plus abondants, savoir : les *Leptæna Madisoni*, *L. sericea*, *L. alternata*, *Orthis formosa*, *Pleurotomaria bilex*, Conr., et *Isotelus megistos*, sont caractéristiques du terrain silurien inférieur.

Ces bancs de calcaires argileux peuvent être considérés comme la meilleure partie, au point de vue de l'agriculture, de la réserve des Winnebagos. Le sol de cette première terrasse est plus argileux qu'il ne l'est ordinairement dans les plaines du haut Mississipi, et mieux adapté à la culture des grains. Dans certaines parties où l'on a essayé la culture du blé, 7 boisseaux de semence ont donné 250 boisseaux de produit, ce qui équivaut à 35 pour 1. Le grain est aussi gros que celui du Genessee dans l'État de New-York, mais il ne donne pas autant de farine, l'enveloppe étant plus épaisse, ce que l'on attribue à la chaleur de l'été, qui est beaucoup plus grande que dans l'État de New-York. En descendant la rivière Turkey, les strates s'enfoncent graduellement. Après avoir passé la limite méridionale du terrain neutre, le calcaire fossilifère apparaît seulement en saillies peu élevées, ornées de cèdres, et surmontées par des pentes vertes d'où le calcaire magnésien s'élève avec des formes fantastiques. Sur la rivière Turkey, près de l'embouchure du ruisseau Otter, il y a une couche bitumineuse de calcaire appartenant à F. 3, remplie de boucliers et de post-abdomen d'une espèce de trilobite, avec des prolongements considérables de la pointe extrême du bouclier, comme dans l'*Isotelus megistos*.

Quoique ordinairement séparées, ces parties sont admirablement bien conservées.

En aval de l'embouchure du Volga, petit tributaire du Turkey, les bancs fossilifères de F. 3 plongent au-dessous du niveau des eaux, et après avoir passé l'embouchure du Red-Cedar, un autre tributaire du Turkey, des escarpements verticaux de calcaire magnésien supérieur s'élèvent jusqu'à 350 pieds de hauteur, traversés çà et là par quelques crevasses dirigées de l'E. à l'O. et remplies de minerais de plomb; mais ceci est au delà des limites du terrain neutre. Dans ce voisinage, des bancs minces d'argile bitumineuse se mêlent au calcaire magnésien. Ceci a fait croire à tort à l'existence de houille dans cette partie du territoire de Jowa.

La rivière Upper-Jowa, dans les derniers 50 milles de son cours, coule entre des escarpements de calcaire magnésien inférieur reposant sur le grès inférieur, et ce dernier constitue la plus grande partie des roches que l'on peut voir près de son embouchure dans le Mississipi.

Le paysage de cette rivière est varié et très pittoresque, le calcaire magnésien inférieur affectant souvent ces formes de châteaux ruinés que nous avons dit être caractéristiques du haut Mississipi et de ses tributaires.

Deux ou trois milles au-dessous de Big-Spring, à un coude de la rivière Upper-Jowa, à 60 milles en remontant le cours de cette rivière, il y a une dislocation des strates qui abaisse soudainement jusqu'au niveau de l'eau le grès blanc supérieur et le calcaire fossilifère superposé, en brisant les bancs de ce dernier et en produisant une grande confusion. La rivière devient très profonde, justement à cette place, quoiqu'il y ait des rapides immédiatement au-dessous.

2 ou 3 milles au-dessus de cette localité, près de Big-Spring, la base des collines, jusqu'à la hauteur de 130 à 140 pieds, est composée de calcaire à couches minces, contenant, outre les fossiles trouvés près de l'agence, sur la rivière Turkey, les espèces suivantes : *Pleurotomaria lenticularis*, *Bellerophon bilobatus*, *Orbitulites? reticularis*, *Atrypa hemiplicata?* et autres désignés dans mon rapport au gouvernement.

A une hauteur de 146 pieds nous avons trouvé l'*Illænus crassicauda* et la *Murchisonia subfusiformis*. Ici la roche devient plus magnésienne, ses bancs sont plus épais, et elle s'élève en escarpements verticaux de 72 pieds. Le sommet des falaises

est à peu près de 200 pieds au-dessus d'une source qui a fait donner à cet endroit le nom de Big-Spring. Elle sort, en effet, de la base de la montagne avec une grande abondance, et donne naissance immédiatement à un large ruisseau d'eau très froide où la truite tachetée trouve une retraite propice.

Un sol très riche borde la rivière Upper-Jowa, près de ce lieu, qui est en partie cultivé par une petite tribu de Winnebagos, appelés du nom de leur chef *Little boy's band.*

Les hautes prairies entre les rivières Upper-Jowa et Turkey ont une surface légèrement ondulée, avec un bon sol de seconde qualité, et quelquefois tout à fait noir dans les situations basses. La contrée est peu boisée, quelques bouquets d'arbres sont disséminés çà et là sur les 15 milles qui séparent ces deux rivières, et encore sont-ils petits et chétifs. C'est du moins le caractère des pays que nous avons parcourus dans les régions arrosées par le Upper-Jowa.

Calcaires de Red-Cedar, équivalents des roches dévoniennes d'Europe. Sur la rivière Red-Cedar, qui se décharge dans le Lower-Jowa, on remarque un changement notable dans la formation géologique du pays des Winnebagos. Là se trouve la limite des formations siluriennes des contrées baignées par le Upper-Jowa et le Turkey, limite qui résulte probablement de ce que le plongement régulier des couches vers le N.-O. les fait disparaître au-dessous des érosions de la surface.

En traversant le Red-Cedar, les premiers affleurements de roche que nous rencontrâmes en vue de la rivière nous offrirent en abondance la grande variété de l'*Atrypa prisca*, et un *Spirifer* voisin du *S. ostiolatus*, du système dévonien de l'Eifel, qui est très caractéristique des couches des rapides de l'Ohio, près de Louisville. Ces strates paraissent être les équivalents des roches que j'ai décrites dans mon rapport de 1839, et qui se montrent plus bas sur la même rivière, dans le district de Dubuque, de telle sorte que la ligne de partage entre les roches siluriennes et dévoniennes de Jowa court à peu près parallèlement à cette vallée. Ce calcaire de Red-Cedar s'étend en remontant la branche occidentale de cette rivière aussi loin que j'ai pénétré, c'est-à-dire jusque vers les confins de la réserve des Winnebagos. Il s'étend aussi vers l'O. jusqu'aux limites de nos observations, c'est-à-dire jusqu'à la rivière Willow, et à Shell-Rock, branche orientale de la rivière Otter (English-River sur la carte de Nicollet). J'y ai trouvé, outre l'*Atrypa prisca*, des

moules de *Lucina proavia*, et une espèce indéterminée de *Leptæna*. Mais le fossile qui est le plus abondant et le plus répandu à travers les roches de la partie occidentale de la réserve des Winnebagos est un polypier d'une très belle structure, composé de couches concentriques, comme dans le genre *Stromatopora*, lesquelles sont si serrées qu'on ne peut les distinguer qu'en les examinant avec soin à la loupe. Sur la rivière Lime, branche occidentale de l'Otter, le calcaire est tellement rempli de ce polypier qu'on pourrait lui donner le nom de calcaire corallien.

Quelques couches de cette formation sont composées d'un calcaire compacte à structure très serrée et à cassure conchoïde. Je n'y ai pas observé de fossiles, mais je dois dire que le long de ma route je n'ai eu la chance de rencontrer ni bonnes coupes ni bons affleurements. Le géologue qui entreprend l'exploration des vastes prairies de la vallée du Mississipi doit s'armer de beaucoup de patience et de persévérance. Il doit se contenter de ne voir pendant des journées entières qu'une terre noire, couverte aussi loin que la vue peut s'étendre, et jusqu'au bord même des ruisseaux, de cette herbe épaisse des prairies à travers laquelle s'élèvent quelques bouquets d'arbres, qui coupent au loin l'horizon. Il doit être prêt à marcher au milieu des marais, à passer à gué des courants d'eau en s'y mouillant légèrement, ou même en y entrant tout entier à l'époque des crues. Il ne doit pas reculer devant un soleil brûlant, bien qu'il sache qu'il n'aura pas quelquefois l'ombre même d'un buisson pour se reposer un instant. Il doit se croire heureux s'il peut, à la nuit tombante, rencontrer quelques chênes clair-semés pour faire son feu et cuire ses provisions, et il doit considérer comme une bonne fortune toute spéciale si, en échange de tant de privations, il peut une ou deux fois par jour apercevoir quelque trace d'affleurement, qui lui révèle un peu mieux la nature du terrain que ne le font les petits monticules dus au chien de la prairie (*Arctomys Ludovicianus*) ou les larges bauges du bison.

Dans un pays semblable, et avec le peu de temps que je pouvais consacrer à sa reconnaissance, on conçoit que je n'aie pu en examiner les détails avec attention. J'ai recueilli toutefois assez de documents pour pouvoir prouver que les roches à travers lesquelles coulent les rivières Red-Cedar et ses diverses branches sont du même âge que les bancs coquilliers des rapides de l'Ohio et que les roches dévoniennes de l'Europe.

ıbleau des diverses assises de la formation n° 1, *ou formation inférieure*, adressé par l'auteur à M. de Verneuil depuis l'envoi du mémoire précédent.

		Pieds.	Pouces.
Sixième couche à Trilobites.	Grès quartzeux, plus ou moins dur, contenant une nouvelle espèce d'Euomphale et des débris de Trilobites indéterminés. Bancs subordonnés de calcaire magnésien avec parties cristallines miroitantes, et une Oolithe silicéo-calcaire.	30 à 50	
. . . . .	Grès blanc mamelonné et botryoïde, quelquefois veiné de jaune.		5 à 6
Cinquième couche à Trilobites.	Banc épais de grès tendre, brun et jaunâtre, quelquefois renfermant des concrétions botryoïdes, avec un grès tendre, à grain fin, ressemblant au tripoli, et un autre grès tendre vers la base.	50	
. . . . .	Alternances de grès tendre, feuilleté, brun clair, et grès avec quelques Lingules. . . .	15 à 20	
Quatrième couche à Trilobites.	Bancs argilo-calcaires, jaunes et cendrés, avec cristaux de blende, et contenant au moins deux nouvelles espèces de Trilobites, quelques Lingules, des Lituites et des Euomphales.	4	
. . . . .	Grès vert et jaune.	45	
. . . . .	Bande de grès jaune et rouge concrétionné, avec des particules vertes de fer silicaté disséminées..	1	
. . . . .	Grès jaunes et verts en lits minces.	38	
. . . . .	Terre verte argileuse, plastique, employée comme couleur par les Indiens.		6
. . . . .	Grès rouges et verts avec silicate de fer. . . .	9	
. . . . .	Sable vert et grès tendre avec des Lingules. .	10 à 30	
Troisième couche à Trilobites.	Grès micacé avec Trilobites.	2	
	Alternances de grès verts et ferrugineux, et de grès micacé avec Trilobites.	24	
. . . . .	Lits minces de grès vert alternant avec des lits de terre verte.	36	
. . . . .	Roche calcaire brune contenant des Orthis, des Spirifers, des Lingules et des tiges de Crinoïdes.	4	
. . . . .	Grès grossier, vert, jaune ou blanc, avec Lingules.	125	
Deuxième couche à Trilobites.	Grès micacé, en lits minces, avec Trilobites, passant vers le bas aux bancs à *Obolus*, formés par la même roche.	18	
Première couche à Trilobites.	Quatre lits contenant des Trilobites, séparés par des bandes minces de grès schisteux, et terminés par un lit calcaire.	8	6
. . . . .	Bancs schisteux, silicéo-calcaires, très fossilifères, alternant avec des lits de marnes argileuses, imprégnées de sulfate de fer. Le premier de ces bancs est rempli de Lingules et d'Orbicules.	50	
. . . . .	Grès avec des lignes obliques de stratification, alternant avec un grès caillouteux.	60 à 100	

M. Michelin communique l'extrait suivant d'une lettre à lui ressée par M. L.-A. Soriquet, curé à Vernonnet (Eure).

Liste des Échinides du département de l'Eure.

Les terrains fossilifères que j'ai observés dans le département l'Eure se réduisent à cinq : la craie chloritée, la craie

blanche, l'argile plastique, la glauconie grossière et les galets.

Je n'y ai vu de craie chloritée, que celle de la Madelaine, près Vernon, qui n'a encore été signalée par aucun géologue. Ce dépôt est découvert sur une ligne peu étendue. Il présente en général les mêmes fossiles que la craie marneuse de Rouen; cependant quelques espèces sembleraient lui appartenir plus exclusivement, telles que le *Micraster acutus*, le *Discoidea minima*, et le *Polycyphus arenatus*. Du moins, je n'ai rencontré ces espèces ni à Rouen, ni à la Hève, ni aux Vaches-Noires.

La craie blanche abonde dans le département de l'Eure : je l'ai observée seulement sur quelques points des vallées de la Seine, de l'Eure et de l'OEpte.

Les argiles plastiques offrent de l'intérêt à la Haye-Malherbes, près du Neubourg; elles contiennent des lignites, des bois et des fructifications.

La glauconie grossière, dans les communes du Vexin normand, entre Vernon et Gisors, est riche en Échinides et en Zoophytes.

Les galets des vallées et de quelques plateaux m'ont offert des macles siliceux d'Ananchytes, de Micraster, de Galérites, et quelquefois de portions de moules extérieurs de Cidarides. Je dois signaler, en particulier, les galets des environs de Louviers; ils sont de deux sortes; les uns ont été roulés, les autres formés en place, et conservant leurs angles et leurs arêtes. Les moules que ces derniers fournissent sont remarquables par leur bel état de conservation. La silice qui remplissait autrefois les pores des Ambulacres s'est solidifiée à leurs orifices extérieurs, où elle a formé des rangées de petites pointes qui ont survécu à la décomposition de la coque, et qui attestent que les corps, après leur dépôt, n'ont pas été soumis aux épreuves meurtrières de ce mouvement de *va-et-vient* qui a poli et usé les moules des galets roulés. C'est dans ces galets des environs de Louviers que l'on peut chercher avec quelque chance de succès ces moules siliceux d'Holaster, si rares et si estimés par les collecteurs.

Espèces de la craie chloritée de la Madelaine, près Vernon.

Holaster subglobosus, Agassiz.
— *suborbicularis*, Ag.
Micraster acutus, Deshayes.

Hemiaster bufo, Ag.
Catopygus carinatus, Ag.
Caratomus rostratus, Ag.
Galerites castanea, Ag.
Discoidea subuculus, Ag.
— *plana?* Ag.
— *minima*, Ag.
Polycyphus arcnatus, Desor.
Cyphosoma circinatum? Ag.
Tetragramma Michelini, Ag.
Salenia stellulata, Ag.

Espèces de la craie blanche.

Ananchytes, Lamk.
- *A. carinata*, Defrance. Vernonnet près Vernon.
- *A. conica*, Ag. Petit-Andely.
- *A. corculum*, Lamk. Pinterville, près Louviers; Vernon.
- *A. ovata*, Lamk. Vernonnet, Petit-Andely.
- *A. striata*, Goldf.? Vernonnet.
- *A. semiglobosa?* Lamk. Vernonnet, Andely.
- *A. gibba*, Lamk. Pinterville et la Villette, près Louviers; Vernonnet et Giverny, près Vernon.
- *A. Gravesii*, Desor. Petit-Andely, Vernonnet.
- *A. n. s.* Saint-Pierre de Vauvrai, près Louviers.

Holaster, Agassiz.
- *H. bi-carinatus?* Ag. Vernonnet.
- *H. placenta??* Ag. Vernonnet.
- *H. pilula*, Ag. Pinterville.
- *H. nodulosus*, Ag. Vernonnet.
- *H. n. s.* Vernonnet.

Micraster, Agassiz.
- *M. Michelini*, Vernonnet.
- *M. trepidotus*, Ag. Pinterville, Vernonnet.
- *M. coranguinum*, Ag. Vernonnet, Petit-Andely.
- *M. breviporus*, Ag. Vernonnet.

Hemiaster.
- *Hemiaster prunella*, Ag. Vernonnet, Petit-Andely.
- *H. minimus*, Ag. Vernonnet.
- *H. pisum*, Ag. Vernonnet.

Galerites, Lamk.
- *G. vulgaris*, Lamk. Vernonnet.
- *G. albogalerus*. Louviers, Vernonnet.
- *G. conica*, Ag. Vernonnet.
- *G. globulus*, Desor. Vernonnet. Louviers.

Discoidea, Kl. et G.
- *D. subuculus*, Ag. Vernonnet.
- *D. minima*, Ag. Vernonnet.
- *D. cylindrica*, Ag. Vernonnet.

Cyphosoma, Ag.
- *C. circinatum?* Ag. Pinterville, Vernonnet.
- *C. Milleri*, Ag Claghalos, près Vernon.
- *C. magnificum*, Ag. La Villette, près Louviers.

Goniopygus peltatus? Ag. Pinterville, Andely, Vernonnet.
Salenia heliophora, Desor. Pinterville, Andely, Vernonnet.

Cidaris, Ag.
- *C. sceptrifera*, Mantel. Pinterville, Andely, Vernonnet
- *C. vesiculosa*, Ag. Andely, Vernonnet.
- *C. n. s.* Pinterville.
- *C. clavigera* (piquant), Kœnig. Vernonnet.

Moules siliceux des galets.

Ananchytes.
- *A. carinata.* Louviers.
- *A. conica.* Val d'Ailly, près Louviers.
- *A. corculum.* Louviers.
- *A. ovata.* Louviers.
- *A. striata.* Louviers.
- *A. conoidea.* Val d'Ailly.
- *A. gibba.* Louviers.
- *A. Gravesii.* Louviers, Val d'Ailly.

Holaster tumidus. Louviers, Val d'Ailly.
— *nodulosus.* Louviers.

Micraster.
- *M. cor testudinarium.* Val d'Ailly.
- *M. arcuatus.* Louviers.
- *M. trepidotus.* Louviers.
- *M. cor anguinum.* Louviers.
- *M. gibbus.* Vernon, près Neubourg.
- *M. breviporus.* Louviers
- *M. n. s.* Vernon.
- *M. n. s.* Louviers.

Galerites.
- *G. vulgaris.* Louviers.
- *G. albogalerus.* Louviers.
- *G. oblongus?* Louviers.

Cyphosoma corollare. Louviers.
Cidaris sceptrifera. Louviers.

Espèces tertiaires.

Hemiaster.
- *H. subglobosus*, Desor. Four (Vexin normand).
- *H. n. s.* Four.
- *H. n. s.* Fontenay, Authevernes (Vexin normand).

Eupatagus minor? Ag. Four.

Spatangus, Ag.
- *S. Archiaci?* Ag. Four.
- *S. grignonensis*, Ag. Four, Fontenay.
- *S. n. s.* Four.

Pygorhynchus grignonensis, Ag. Four, Civière, Fontenay, Authevernes (Vexin normand).
Nucleolites faba, Ag. Four, Fontenay.

atellaris, Desor. Partout.
amus inflatus. Partout.

a. { *S. elliptica*, Ag. Four, Fontenay, Vély.
S. placentula, Mérian. Vély, Authevernes,
S. Deshayesiana, Ag. Four, Fontenay.
S. supera. Fontenay, Cahaigne.

rus spinosissimus ? Ag. Fontenay.

it 74 espèces, toutes déterminées par M. Michelin ; sur re, 8 paraissent nouvelles, et ne sont encore repré- que par un ou deux exemplaires. — 3 sont communes e blanche et à la craie chloritée : *Discoidea subuculus*, *ima*, *Cyphosoma circinatum*. — 9 sont communes à chloritée de la Madelaine et à la craie marneuse de Catherine de Rouen : *Holaster subglobosus*, *H. suborbi-* *Hemiaster bufo*, *Catopygus carinatus*, *Caratomus s*, *Galerites castanea*, *Discoidea subuculus*, *Tetra- Michelini*, *Salenia stellulata*.

lartins communique l'extrait suivant d'une lettre de er *sur le terrain diluvien du Tyrol*.

ne nos devanciers, nous n'avons trouvé que peu de traces nomènes erratiques. Cependant Favre a découvert une raine derrière Zell, dans le Zillerthal en Tyrol, et il y a s erratiques au-dessus de Clausen, dans la vallée de l'Ei- r l'Iselsberg, aux environs de Lienz et entre Lend et , dans le Pinzgau. Mais ce qui nous a frappé bien da- , c'est l'énorme développement du terrain de transport de gravier et de sable. Quoique dans nos Alpes aussi in paraisse avoir comblé, avant l'époque actuelle, une partie de nos vallées, la destruction chez nous est beau- is avancée que dans les Alpes de l'Autriche. Aux envi- nsbruck, sur la route du Brenner, ce terrain atteint une e prodigieuse et recouvre toutes les autres pentes. A , dans le Pusterthal, il forme à lui seul un pays de col- s développé. Il est évident, ce me semble, que ces dé- oignent d'un état de choses pendant lequel la pente des s d'eau a dû être beaucoup moindre qu'elle ne l'est à et je ne puis trouver la cause de cette augmentation e de la pente que dans un soulèvement continental ana- celui qui, de nos temps, s'effectue en Scandinavie. Gar-

dons-nous cependant de confondre ce soulèvement avec celui auquel on attribue en France l'apparition des Alpes orientales, car ce diluvium, quoique soulevé, n'est pas disloqué, ses strates sont horizontaux, et il paraît hors de doute que, depuis son origine, ni lui ni les roches qui lui servent de base n'ont souffert de grandes convulsions. A Insbruck, on trouve même un terrain de transport qui paraît beaucoup plus ancien que celui dont je viens de parler, et qui néanmoins est également horizontal, sans trace d'une dislocation quelconque.

M. Bayle donne lecture de la part de l'auteur de la notice suivante :

Berlin, mars 1849.

Coup d'œil comparatif sur le terrain crétacé du N.-O. de l'Allemagne et le même terrain en France, par M. L. Saemann.

Une visite que je viens de faire dans la Prusse rhénane, à Hanovre et à Brunswick, m'a permis, malgré la précipitation de mon voyage, de voir une localité géologique et quelques collections très intéressantes, qui m'ont laissé la conviction de la parfaite identité du terrain crétacé de ces pays avec celui que j'avais eu l'occasion d'observer pendant deux années de voyage en France. J'ai été à même de voir le grand intérêt que l'on a pris dernièrement à cette partie de la géologie de l'Allemagne, ce qui me fait espérer qu'on accueillera avec indulgence les notes que je me permets de soumettre à l'appréciation de la Société.

Je ne prétends pas que tout ce que je puis dire à ce sujet soit entièrement nouveau pour mon pays, où des savants distingués se sont constamment occupés de ces recherches, mais j'ai la conviction de rendre un service aux savants de France, qui m'ont si souvent exprimé l'embarras qu'ils éprouvent toutes les fois qu'ils se proposent d'étudier les travaux des auteurs allemands qui ont traité cette matière jusqu'à présent.

C'était à Essen, localité bien connue en Allemagne et à l'étranger par les beaux fossiles qui se trouvent dans toutes les collections, que je voyais pour la première fois la succession des couches constituant dans cette contrée le terrain crétacé. Je fus frappé dès le premier moment de la ressemblance que présen-

ces différentes couches avec celles de France, pays classique
· l'étude du système crétacé.

l'aide de la belle collection de M. Sack, ingénieur civil à
n, il me fut facile de reconnaître toute la régularité des dif-
nts dépôts, et je dois dire que ce ne fut que dans ce moment
j'en conçus moi-même une idée exacte.

e terrain crétacé n'atteint à Essen qu'une puissance d'à peu
70 mètres, et il repose, comme en Belgique, immédia-
ent sur le terrain houiller. Il présente, dans cette faible
sseur verticale, avec la plus grande précision, tous les étages
le constituent en France, depuis la craie blanche jusqu'à la
chloritée inférieure (grès vert supérieur). En voici les
ves :

a couche supérieure est la craie marneuse inférieure (*Un-
r Kreidemergel*) de M. Roemer, qui avait excité depuis long-
ps l'attention des paléontologistes, à cause de la grande abon-
ce de fossiles qui s'y trouvent, et dont MM. Goldfuss et
mer ont figuré un bon nombre sans pourtant en épuiser
e la série. M. Roemer avait identifié cette couche à la craie
rieure (*chalk without flints*) des Anglais.

serait sans doute difficile de distinguer, par des caractères
ontologiques, ces étages des Anglais, et il paraîtrait que
Roemer, en adoptant cette comparaison, n'eût certes pas
u séparer ce terrain de la craie blanche proprement dite;
sulte cependant de sa manière de rechercher, dans les cou-
reconnues antérieures à la craie blanche, les analogues
débris fossiles d'animaux qu'il en a décrits, que l'idée de
plus ancien de ce terrain l'a constamment guidé.

ai eu l'occasion d'examiner successivement une cinquantaine
aisses de ces fossiles, que M. Krantz, à Berlin, a fait re-
llir, non pas à Essen, mais dans un terrain incontestablement
tique qui se trouve à 8 lieues au N.-E. d'Osnabruck en
tphalie, et je n'hésite plus à considérer ce dépôt comme
t le véritable type de la craie blanche.

es principaux fossiles à l'appui de cette opinion sont : *Anan-
tes ovata, Terebratula Defrancii, Terebratula carnea,
ea vesicularis, Plagiostoma spinosum, Belemnitella mu-
ata*, et une dent de *Mosasaurus*, nouvellement découverte
M. Sack.

vec ces espèces il s'en trouve un grand nombre d'autres qui
t pas peu contribué à perpétuer l'erreur sur la véritable na-
de cette couche. C'était une opinion généralement admise

que de faire tout à fait disparaître dans la craie supérieure les Céphalopodes à cloisons découpées, et c'est précisément dans cet étage que quelques genres de cette famille montrent des proportions gigantesques inconnues dans les étages inférieurs; les Ammonites sont très nombreuses, sinon en espèces, au moins en individus.

L'espèce qu'on a citée sous le nom d'*Ammonites peramplus* n'est certes pas identique avec celle qu'on connaît en Touraine sous ce nom; ses lobes, au lieu d'être très simples et très espacés, sont au contraire excessivement découpés, et c'était pourtant l'espèce que l'on invoquait ordinairement pour prouver l'âge plus ancien de son gisement. J'ai eu la satisfaction de voir à l'École normale un très bel exemplaire d'une espèce que je n'hésite point à reconnaître comme identique avec celle qui nous occupe, et que M. Hébert a rapportée de Valognes, où elle se trouve dans le calcaire à Baculites. La nature de ses lobes la rapproche beaucoup de l'*Ammonites Lewesiensis*.

Presque toutes les espèces de ce terrain lui sont particulières, à l'exception de celles qu'on trouve dans la craie blanche; les rapprochements qu'on a tentés pour quelques Inocérames, Peignes, etc., ne sont, à cause de la difficulté d'établir les espèces dans ces genres, nullement incontestables.

Cette même couche, qui, jusqu'à présent, n'était connue qu'en Westphalie et dans la Prusse rhénane, vient d'être découverte par M. de Hauer fils, à Lamberg, en Gallicie, avec les mêmes caractères, à tel point qu'à la vue seule de la roche on la reconnaît à l'instant. Les principaux fossiles sont, suivant le témoignage de M. Krantz, qui les a vus en 1847, exactement les mêmes. Je ne m'étais pas encore occupé de cette question quand j'ai vu le terrain crétacé en Belgique; mais une notice qui se trouve dans l'ouvrage de La Bèche, sur la craie blanche des environs d'Anzin, faisant mention de sédiments marneux glauconifères *alternant* avec cette dernière, et quelques fossiles que j'ai vus dans une roche analogue d'Autreppe, en Belgique, me font soupçonner qu'on trouverait peut-être là des renseignements précieux à ce sujet.

Ajoutons que, dans des pays aussi bien explorés que la France et l'Angleterre, on n'en a trouvé aucune trace, tandis que son équivalent, la craie blanche proprement dite, y atteint sa plus grande puissance, bien qu'à cause de la constance de ses caractères sur un espace aussi grand que celui d'Osnabruck à Lemberg le terrain de Westphalie n'aurait pu échapper aux

echerches actives des savants, — que de plus on ne l'a jamais vu ecouvert par la craie, et qu'enfin il repose sur les mêmes couhes qui ailleurs forment la base de celle-là; — et je crois qu'il aut y mettre beaucoup d'obstination pour se refuser à notre onclusion.

Il est du reste probable qu'on trouvera un jour une dernière reuve importante par l'étude comparative de la base du calaire de Faxöe et de la craie de Westphalie, qui s'expliqueront eut-être mutuellement.

Il aurait été facile de soupçonner *à priori* l'existence de ce épôt à l'aide de considérations purement zoologiques.

N'était-il pas en effet étonnant que la craie supérieure contriuât si faiblement aux catalogues de fossiles pour les classes des céphalés et des Gastéropodes, qui sont pourtant abondants ans les dépôts qui la précèdent comme dans ceux qui la suient, et la présence presque exclusive des Polypiers, des Brahiopodes et des Échinodermes ne devait-elle pas porter à roire qu'il faudrait chercher ailleurs la faune normale de cette poque.

Je dois signaler ici un fait que M. d'Orbigny avait eu la comlaisance de me communiquer en 1847. Parmi les fossiles que e savant auteur du *Voyage dans l'Amérique méridionale* a apportés de ce pays, il se trouve un Scaphite qui a la plus rande analogie avec ceux qu'on trouve en Westphalie; il paaîtrait donc que, dans le nouveau monde, ce serait encore le nême type, comme en Allemagne, qui représenterait l'époque le la craie blanche.

Retournons à Essen. La seconde couche qu'on y distingue, en lessous de celle dont nous venons de parler, est formée par des narnes glauconifères; la partie supérieure paraît presque excluivement composée de grains verts, la couleur en est très fonée, mais en descendant on observe qu'elle perd presque immédiatement cette intensité, la quantité des grains glauconitiques liminuant rapidement. Cette partie verte du terrain est très auvre en fossiles; je n'y en ai vu qu'un seul, qui heureusement est assez caractéristique. C'est l'*Ammonites varians*, preuve rrécusable que nous sommes au deuxième étage, équivalent de a craie chloritée supérieure ou craie tufau.

L'aspect de la couche qui succède aux marnes à glauconie, lans l'ordre descendant, est celui d'un calcaire compacte, gris et marneux, qui ressemble beaucoup à certaines variétés du Plænerkalk de Saxe. Sa partie supérieure présente des concré-

tions siliceuses, résultant de l'infiltration de la silice dans la pâte calcaire. Le reste ne varie que par de faibles changements de couleur et de cohérence. On y trouve bon nombre d'*Inoceramus mytiloides*, et peut-être d'autres espèces de ce genre; j'y ai rencontré, en outre, un très grand exemplaire de *Serpula amphisbæna*, ce qui se conforme parfaitement bien aux observations sur la craie tufau de Rouen.

Passons rapidement sur cette partie du terrain pour arriver à la couche inférieure, celle qui fournit les polypiers. Ses caractères pétrographiques la font distinguer facilement. La substance calcaire disparaît, remplacée par des sables qui sont d'abord de grains très fins mêlés avec beaucoup d'argile, et constituant une roche grise brunâtre et friable. La dimension des grains de sable augmente vers le milieu; le fer pisolithique entre en grande quantité dans la composition, formant un véritable conglomérat. La partie inférieure ne montre guère des grains de quartz; c'est le fer pisolithique seul, mêlé avec de l'argile, qui forme la base, et qui repose directement sur le terrain houiller.

Le conglomérat ferrugineux dont je viens de parler est le *hilsconglomerat* de M. Roemer, qu'on a considéré longtemps comme équivalent du terrain néocomien. Nous verrons tout à l'heure l'origine de cette erreur, qui paraît être assez généralement abandonnée à présent. Et, en effet, en ne voyant que ce gisement, il serait difficile de comprendre les raisons qu'on pouvait trouver à l'appui de cette opinion, qui n'a aucune confirmation dans la faune connue de ce terrain. Tous les fossiles qu'on y trouve sont éminemment caractéristiques pour la partie inférieure des craies chloritées ou le grès vert supérieur. Il est vrai que la plupart des fossiles qui ne laissent aucun doute n'ont été trouvés que rarement, tels que l'*Ammonites rothomagensis*, *Trigonia alæformis*, *Lima Reichenbachii*; qu'en outre les débris d'animaux les plus communs, les *Thecidea* et les nombreux Polypiers, représentaient des types peu connus dans d'autres localités; mais il y en a d'autres qui devaient exciter des soupçons, et qui les auraient excités si la méthode paléontologique, qui est encore appliquée en Allemagne, ne nuisait pas quelquefois, en faveur des rapprochements zoologiques, souvent vagues ou hasardés, aux faits acquis et indispensables de la géologie de superposition.

Ces espèces, bien connues dans tous les pays où se trouve cette partie moyenne du terrain crétacé, sont : *Ostrea cari-*

nata, Exogyra haliotidea, Catopygus carinatus, et *Discoidea subuculus*. Il est bien entendu qu'on n'a jamais pu y trouver aucun fossile néocomien. M. Roemer cite, il est vrai, l'*Exogyra sinuata*, mais je ne l'ai jamais vue dans cette localité, et je ne serais pas étonné qu'il y eût là une double erreur. On trouve rarement à Essen une petite *Exogyra*, que M. Roemer a décrite sous le nom de *Gryphæa columba* (*pulla*) var. *plicata*. Cette petite Huître a la plus parfaite ressemblance avec les jeunes individus d'*Exogyra conica*, figurés par M. d'Orbigny (*Terr. crétacés*, pl. 478) : je n'en ai pas vu des individus adultes à Essen; mais leur forme générale permettrait bien de supposer que M. Roemer, prenant les jeunes individus pour la *Gryphæa columba*, aurait confondu les adultes avec l'*Exogyra sinuata*. Quoi qu'il en soit, toujours est-il sûr qu'on ne trouve ni la *Gryphæa columba* ni l'*Exogyra aquila* dans les collections d'Essen.

Il est facile maintenant, après avoir reconnu l'âge de cette couche, de faire des rapprochements plus exacts avec les autres localités du même étage. C'est surtout le grès vert du Mans et le tourtia de Tournay et de Montigny-le-Roi qui présentent la plus grande analogie avec le conglomérat d'Essen. Déjà M. Michelin, dans sa belle monographie des Polypiers du Mans, a signalé plusieurs espèces d'Essen dans cette localité, tels que : *Idmonea pinnata*, Roem., *Pustulopora gracilis*, Mich., *Scyphia furcata*, Gold., et il n'est pas douteux qu'en comparant directement les fossiles des deux localités on trouvera encore d'autres espèces identiques. Mais l'analogie la plus frappante est sans doute celle avec le tourtia de M. d'Archiac. Ces deux gisements, sans compter l'*Ammonites rothomagensis, Ostrea carinata, Haliotidea* et *Lima Reichenbachii*, ont presque exactement les mêmes Térébratules. Ainsi M. d'Archiac cite les *T. biplicata*, Sow., *latissima*, Sow., *paucicosta*, Roem., *canaliculata*, Roem., *nuciformis*, Roem.; et les *T. longirostris* (Roemer, *Kreide*, tab. 7, fig. 16), *T. subundata* (*idem*, tab. 7, fig. 15) ne seront guère autre chose que les *T. nerviensis* et *tornacensis* de M. d'Archiac.

Il est assez intéressant que même le corps de classe incertaine que M. d'Archiac a figuré dans son Mémoire (pl. XXV, fig. 10) se trouve à Essen. M. Roemer l'a figuré sous le nom de *Teredo dentatus* (tab. 10, fig. 9). J'en ai trouvé un dans la collection de M. Krantz, qui présente exactement la forme indiquée par M. d'Archiac, avec les plis sur la paroi interne de la petite ouverture, que M. Roemer a très bien dessinée. La forme

tortueuse que ce dernier a présentée ne sera probablement qu'une variété.

Parmi les fossiles d'Essen il y en a un qui me paraît digne d'être mentionné : c'est une *Belemnitella*, affectant complétement la forme de la *B. mucronata*, mais dont l'alvéole, au lieu d'être ronde et très allongée, est anguleuse comme celle de la *Belemnitella mamillaris*, et, ainsi que la fissure centrale, très courte.

Suffisamment éclairé sur la nature du gisement d'Essen, je me suis dirigé vers Brunswick, et j'ai été assez heureux pour trouver dans les lumières et dans l'excellente collection de M. de Strombeck la pleine confirmation de mon opinion, que s'il y avait une différence dans le développement du système crétacé de France et d'Allemagne ce n'était que dans l'absence du gault dans mon pays.

Les localités du duché de Brunswick sont les seules qui présentaient encore des difficultés, puisqu'on croyait y avoir trouvé les fossiles d'Essen mêlés à ceux du terrain néocomien.

Les fossiles que M. de Strombeck me montra comme provenant du hilsconglomérat, tel que M. Roemer l'avait établi, étaient bien pour la plupart ceux qu'on trouve à Essen. Mais, dans le nombre, il y en avait quatre espèces qui ne laissaient aucun doute sur leur origine différente de celle des autres. C'étaient l'*Ammonites bidichotomus*, Leym., *Terebratula biplicata acuta* (*Helveticorum*), *Spatangus retusus* et *Exogyra Couloni*. Je ne pus faire autrement que de protester contre la prétention que ces fossiles aient pu se trouver dans la même couche, et, en effet, M. de Strombeck reconnut que ce n'était pas dans le même endroit qu'il avait recueilli le tout, les espèces néocomiennes se trouvant à quelque distance des autres; mais l'autorité de M. Roemer, la grande ressemblance minéralogique et la différence imperceptible de leur niveau avaient fait prendre les deux couches pour un seul et même gisement.

Je n'avais pas le temps de voir moi-même les couches en place; aussi me parut-il peu important de constater un fait isolé dont la réalité est si évidente; ce qu'il nous faut, c'est un travail général, une monographie de tout le terrain crétacé, et non pas une nouvelle accumulation de notices et de communications plus ou moins confidentielles. M. Roemer s'occupe, dans ce moment, de l'étude spéciale du sol de la Westphalie, et déjà ses recherches ont été suivies de résultats importants. M. Roemer a découvert en différents points le terrain néocomien au-

dessus de l'argile wealdienne, et en a constaté la ressemblance parfaite avec celui de France; personne plus que lui n'est à même de combler la lacune que ses premiers travaux, qui témoignent de son zèle infatigable, ont laissée dans un temps où l'on ne se doutait guère des riches matériaux que l'exploitation géologique et paléontologique de la France fournirait à l'étude comparative.

Nous avons vu jusqu'ici que le hilsconglomérat de M. Roemer, tel qu'il l'a établi, n'est nullement un groupe qui corresponde aux connaissances actuelles sur le terrain crétacé, puisqu'il est formé de deux étages voisins, mais tout à fait différents. Passons rapidement en revue ce qu'il nous a appris sur le *hilsthon*, d'après lui l'étage inférieur argileux du même système. Il paraît que pour cette partie il y a encore le même mélange du vrai et du faux. On trouve dans les couches qui sont attribuées par M. Roemer à l'argile du *hils* des fossiles qui, sans aucun doute, proviennent du terrain néocomien; ceux que je connais comme incontestables sont : *Ammonites radiatus*, Brug., *A. multiplicatus*, Roemer (*A. Astierianus*, d'Orb.), *A. Gervilianus* d'Orb., *Exogyra aquila*, Goldf. On les rencontre dans deux endroits : l'un est le village de Bredenbeck, dont je parlerai encore; l'autre est l'Osterwald. Ce dernier est le nom d'une petite chaîne de montagnes dépendant de la grande chaîne qui longe la rivière Weser, dont elle porte le nom (Wesergebirge). L'exploitation de la houille du terrain wealdien y a fait naître un petit village auquel on a donné le nom d'Osterwald et qui, à cause de son origine récente, ne se trouve pas encore sur les cartes de géographie. Ce village est situé à droite de la grande route de Hildesheim à Rintelen, et à 5 lieues O. de la première de ces villes. Ce n'est pourtant pas là que M. Roemer a pris le type de l'argile du *hils*; la localité qu'on cite ordinairement, et qui est connue depuis très longtemps, est l'Elligser Brink (butte ou colline d'Elligsen), sur la route de Hildesheim à Gœttingue et à 7 lieues au sud de Hildesheim.

Je ne suis pas en mesure d'appuyer sur des observations directes ce que je vais dire; quand j'ai visité pour la première et dernière fois cette localité, je n'avais d'autre but que de m'instruire sur l'autorité de M. Roemer. Mais en examinant souvent les fossiles que j'y avais recueillis, je fus constamment frappé de l'absence de toute espèce néocomienne bien reconnaissable, de telle sorte qu'en dernier lieu une comparaison des faits allégués par M. Roemer me parut indispensable.

En voici les résultats :

MM. Goldfuss, Koch, Dunker et Roemer ont décrit de l'Elligser Brink, d'après l'ouvrage de ce dernier, 38 espèces d'animaux fossiles. Dans ce nombre, il y en a 15 qui ne sont citées que de cet endroit et qui, par conséquent, ne peuvent fournir de termes de comparaison. Je donnerai la liste des autres pour faire plus facilement apprécier la force des arguments invoqués par les auteurs :

Espèces de l'Elligser Brink.	*Étage et localité où on les a trouvées ailleurs.*
Rosacilla depressa, Roemer. . .	Hilsthon du Deister.
Heteropora ramosa, Koch et Dunker.	Hilsconglomérat de Schoppenstadt.
Anthophyllum conicum, R. . . .	Idem.
Crania irregularis, R.	Idem.
Terebratula varians, v. Buch. .	Essen.
— *multiformis*, R.	Conglom. de Schandelahe, grès vert en Saxe.
— *oblonga*, Sow.	Essen, grès vert d'Angleterre.
— *perovalis*, Sow.	Conglom. de Vahlberg.
— *longa*, R.	Idem, de Schoppenstadt.
Ostrea carinata, Lam.	
Exogyra sinuata.	Conglom. de Schandelahe et de Schoppenstadt, Essen !
— *haliotidea*, Sow.	Conglomérat de Schandelahe, Essen.
— *undata*, Sow.	Idem, de Schandelahe et de Schoppenstadt, grès vert d'Angleterre.
Pecten striato-punctatus, R. . .	Idem, de Schandelahe, Hilsthon du Hils et de Bredenbeck.
Plicatula armata, Goldf.	
Avicula macroptera, R.	Conglomérat de Schandelahe.
Modiola pulcherrima, R.	Hilsthon de Bredenbeck.
— *rugosa*, R.	Idem, d'Osterwald.
Venus parva, Sow.	Conglom. de Schoppenstadt, grès vert d'Angleterre.
Turbo clathratus, R.	Hils et conglom. d'Osterwald.
Pleurotomaria gigantea, Sow. .	Grès vert d'Angleterre.
Belemnites subquadratus. R. . .	Hils, Bredenbeck et conglom. de Schandelahe.
Nautilus elegans, Mant.	Dans tous les étages.
Ammonites noricus, v. Schloth. .	Bredenbeck, Speeton, conglomérat de Schandelahe.
Serpula antiquata, Sow.	Conglom. de Schandelahe, grès vert d'Angleterre.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur cette liste pour voir qu'il

'existe pas une raison pour lui assigner sa place dans la faune éocomienne. Il est vrai que l'*Exogyra sinuata* y est citée, nais elle l'est également à Essen, et nous trouverons plus tard es moyens d'expliquer son origine, si en effet elle s'y trouve. En résumant les 37 citations, nous trouvons qu'il y en a 9 qui se apportent directement au grès vert d'autres pays, et dans le nombre il y a les *Ostrea carinata*, *Exogyra haliotidea* et *undata*, *Terebratula oblonga* et *Venus parva*. Quatre espèces se rouvent également à Essen, c'est-à-dire dans le grès vert supérieur; il y en a 18 qui se trouvent dans le hilsconglomérat de différentes localités autres qu'Essen. Or, comme il n'y a guère que 5 p. 100 des espèces provenant du hilsconglomérat qui sont en effet néocomiennes, on conçoit que cette circonstance vient encore à l'appui de notre opinion.

Neuf fois on a rencontré des espèces de l'Elligser Brink dans le hilsthon de Bredenbeck et du petit système de montagnes appelé Hils, qui a donné son nom à ce dépôt près du premier endroit. Cela prouve que les mêmes couches se trouvent encore ailleurs.

Reste donc l'*Ammonites noricus*, Schloth. qu'on prétend avoir trouvé dans le Speeton clay d'Angleterre. On trouve, si l'on cherche ce que c'est que l'*Ammonites noricus*, que dans le temps où l'on regardait l'Elligser Brink comme équivalent du Kimmeridge clay, on l'a identifié à l'*Ammonites Jason*, que d'autres auteurs l'ont pris pour l'*A. interruptus*, Brug., et à présent un savant distingué de Berlin le croit être l'analogue de l'*Ammonites neocomiensis*, d'Orb. Ajoutons qu'il n'en existe même pas un bon dessin, et l'on conviendra qu'il est impossible de s'en servir comme de terme de comparaison.

Il reste à savoir comment les Anglais ont fait pour le déterminer.

En admettant même que l'*Ammonites noricus* soit une espèce néocomienne, et que l'*Exogyra sinuata* s'y trouve aussi, on n'est pas embarrassé de trouver une explication pour l'Elligser Brink, aussi bien que pour le Deister. On exploitait dans la première localité un minerai de fer hydraté qui se trouve en dessus des couches fossilifères; en supposant que ce dépôt ferrugineux soit le même que celui qui est à Essen la limite inférieure du grès vert, on voit aisément que ce ne sera que par rares exceptions que les ouvriers auront touché à la partie néocomienne qui en serait la base, étant en même temps obligés d'éloigner le grès vert pour arriver au minerai. De telle sorte que l'Elligser Brink

aurait fourni constamment, et malgré la faible extension de l'argile à fossiles, une grande quantité de fossiles appartenant au grès vert, et de temps à autre seulement, la coquille la plus abondante du terrain néocomien, l'*Exogyra sinuata*.

L'inverse arrive à Bredenbeck, petit village sur le versant nord de la montagne Deister, située à six lieues environ au S.-O. de la capitale du Hanovre, sur la route de Hameln.

Là ce n'est plus le fer pisolithique, mais la houille du terrain wealdien qu'on exploite, de sorte qu'on est toujours obligé de percer sous le terrain crétacé. Malheureusement ce n'est qu'occasionnellement, quand on creuse de nouveaux puits, et il faut être sur les lieux juste à l'heure pour voir les débris, avant qu'ils soient couverts de ceux qu'on y jette à la suite du travail. D'après quelques coquilles d'une conservation toute particulière, il ne me paraît même pas impossible qu'on ne trouvât là l'explication du rapprochement de l'*Ammonites noricus* et de l'*A. interruptus*; qu'en d'autres termes, on n'y pût bien reconnaître les traces du gault.

Il n'y a pas de doute que jusqu'à présent il n'existe pas des couches connues en Allemagne qu'on puisse rapporter à ce terrain.

Ce que M. Reuss décrit sous ce nom ressemble fort peu au véritable gault; il suffit de comparer la liste des fossiles qui se trouvent en dessous pour acquérir la certitude qu'il y a là des erreurs dans la détermination. La faune du gault est sans doute tout aussi constante que celle des autres étages; j'ai vu l'an passé, à Saint-Pétersbourg et à Moscou, des fossiles provenant d'un gisement de gault découvert tout récemment dans la Russie méridionale, et la première espèce qu'on y avait trouvée était l'*Ammonites interruptus*. Ce terrain abonde en espèces caractéristiques; en attendant qu'on en découvre, on fera bien de se méfier de toute citation qui en parle.

Il ne faut pas oublier que le gault, qui dans les Alpes françaises, où le terrain crétacé présente un développement immense, n'est que d'une faible puissance, ne sera peut-être qu'une couche de quelques centimètres d'épaisseur, vu l'état rudimentaire de toute la partie inférieure de notre terrain crétacé.

Il ne me reste plus rien à dire; ce ne sont plus des mots ni des spéculations qu'il nous faut, mais des observations nombreuses et suivies. La question n'est pas moins urgente en Saxe et en Bohême que dans le nord-ouest. Il suffit de rappeler que des savants qui représentent dans ces pays la géologie et la paléontologie sont encore profondément convaincus de l'existence d'un grès vert

supérieur (*oberer Quadersandstein*) qui, d'après eux, se trouverait au niveau du terrain danien, et qui, d'après tout ce qu'on en sait, est complétement identique avec le grès vert proprement dit, de telle sorte qu'il renferme la *Gryphæa columba*.

Séance du 16 *avril* 1849.

PRÉSIDENCE DE M. D'ARCHIAC.

M. Bayle, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. Jules Haime, demeurant à Paris, rue Rambuteau, 22, présenté par MM. Michelin et de Verneuil.

Le Président annonce ensuite deux présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des savants ;* mars 1849.

De la part de M. A. Delesse, *Sur le magnétisme polaire dans les minéraux et dans les roches*, premier Mémoire (extr. des *Ann. de chim. et de phys.*, 3e sér., t. XXV); in-8, 16 p. Paris, chez Bachelier.

De la part de M. Sc. Gras : 1° *Considérations sur les anciens lits de déjection des torrents des Alpes et sur leur liaison avec le phénomène erratique* (extr. des *Ann. des mines*, 4e sér., t. XIV); in-8, 31 p. Paris, 1848; chez Carilian-Gœury et Victor Dalmont.

2° *Étude sur les moyens d'arroser la plaine de Bièvre avec les eaux du lac Paladru;* in-8, 29 p., 1 carte. Grenoble, 1849; chez Allier père et fils.

De la part de M. Michelin : 1° *Observations sur quelques uns des minéraux, soit de l'île de Ceylan, soit de la côte de*

Coromandel, par M. le comte de Bournon; in-4°, 35 p. Paris, 1823; chez les frères Tilliard.

2° *Rapport sur le puits à air comprimé appliqué à l'exploitation des mines de MM. de Las Cases et Triger, fait à la Société industrielle d'Angers*, par M. Trouessart (extr. du *Bull. de la Soc. industr. d'Angers et du départ. de Maine-et-Loire*, n° 3, 16e année); in-8°, 26 p., 1 pl. Angers, 1845; chez Cosnier et Lachèse.

De la part de M. Charles Daubeny, *A description*, etc. (Description des volcans en activité et des volcans éteints, des tremblements de terre et des sources thermales); 2e édition, in-8, 743 p., 4 pl., 11 cartes. London, 1848; chez Richard et John Taylor.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences; 1849, 1er semestre, t. XXVIII, nos 14 et 15.

L'Institut; 1849, nos 796 et 797.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée; n° 7. Mars 1849.

The Athenæum; 1849, nos 1119 et 1120.

De la part de M. le lieutenant général Pelet, directeur du dépôt de la guerre : 1° *Carte de France*; 8e, 9e, 10e, 11e et 12e livraisons, 44 feuilles grand aigle.

2° *Carte de la Seine-Inférieure*; 4 feuilles grand aigle.

3° *Carte de la Moselle*; 3 feuilles grand aigle.

M. Ch. Daubeny offre lui-même à la Société la deuxième édition de son ouvrage sur les volcans, mentionné ci-dessus dans la liste des dons.

M. Viquesnel donne lecture du passage suivant, extrait d'une lettre qui lui est adressée par M. Fournet, de Lyon.

« Vous trouverez ci-joint une petite coupe prise sur le terrain » houiller d'Alais, laquelle vient à l'appui de vos idées sur la » *ductilité* de la houille à une certaine époque de sa forma- » tion (1). Vous remarquerez les embranchements en forme de » filons qui me paraissent inexplicables par toute autre hypo- » thèse.

(1) Voir *Bulletin de la Société*, 2e sér., t. Ier, p. 70 et suivantes, et t. VI, p. 12 et suiv.

F. Rognons ferrugineux.
G. Grès très micacé, feuilleté.
G'. Grès compacte, plus ou moins blanc.
H. Houille.
S. Schiste.

»Je dois cette coupe à M. Pernollet, le même qui a eu discus»sion avec M. Burat, discussion que je ne crois nullement close. »Il me l'a donnée il y a une dizaine d'années; mais je n'ai pas pu »la retrouver parmi mes papiers, lorsqu'en 1844 nous causâmes »de votre note récemment imprimée sur le *terrain à combus»tible exploité à Mouzeil et à Montrelais ;* j'ai dû me contenter »de vous dire que je partageais entièrement votre manière de »voir et que j'avais observé à Rive-de-Gier des exemples du »même genre, mais moins compliqués que ceux de Montrelais.

»Je rappelle, à cette occasion, la fusion du bois, dans des »tubes fermés, par M. Cagniard de la Tour. J'avais essayé »d'obtenir ce résultat; mais le tube de fer dont j'ai fait usage »a fondu dans le fourneau, probablement à cause du coke pyri»teux employé. Cet essai infructueux ne m'avait pas rebuté, et »je me proposais de recommencer à bituminiser le bois de cette »manière, lorsque M. Cagniard est venu visiter ses mines de »Chessy, que je dirigeais alors. Je lui fis part de mes idées; il »les a réalisées à l'aide de tubes de verre. Or, décomposition »sous l'influence de la pression à chaud ou à froid est à peu près »la même chose, et du moment qu'on obtient un produit bitu»mineux d'une manière, on peut également en concevoir la pro»duction d'une autre manière. Du reste, j'ignore ce qui a sug»géré à M. Cagniard de la Tour l'idée de son expérience.»

M. Hébert donne lecture de la note suivante :

***Notice sur les fossiles tertiaires du Limbourg et sur ceux de la couche à* Ostrea cyathula, *Lamk., du bassin de Paris*, par M. Ed. Hébert.**

Dans leur description géologique du bassin de Paris, Cuvier et Brongniart ont signalé, à la base de leur 5e formation ou 2e terrain marin, une série de couches généralement très min-

ces, qu'ils ont désignées sous le nom de *Marnes gypseuses marines*. Depuis on a souvent donné à ces marnes le nom de couche à *Ostrea Cyathula*, Lamk., cette coquille s'y trouvant en abondance dans presque tous les lieux où on les observe. On y a reconnu un certain nombre de fossiles à l'état de moules ou d'empreintes à Montmartre, libres à Longjumeau, Pontchartrain, et surtout à Versailles. Ces fossiles, dans ces différentes localités, sont très fragiles; il est difficile de se les procurer en bon état. M. Deshayes en a décrit 29 espèces. Il a constaté, ce que l'on ignorait complétement alors, que toutes ces espèces, sauf une seule exception, différaient de celles du calcaire grossier. Depuis cette époque, le chemin de fer de Paris à Orléans a traversé ce banc coquillier un peu avant Étampes. Là, il n'y a plus de marne, toutes les coquilles y sont libres dans le sable, extrêmement abondantes et parfaitement conservées, quoique très fragiles encore. Nous avons pu recueillir, en explorant les fossés du chemin de fer à Jeurre, les sablières de Jeurre, de Morigny et d'Etrechy, plus de 90 espèces dont 60 n'avaient point été décrites par M. Deshayes, et ces dernières espèces diffèrent également de celles du calcaire grossier; à peine, sur l'ensemble, 2 ou 3 pourraient être considérées comme communes (1).

---

(1) Il faut ajouter aux 29 espèces décrites par M. Deshayes, dans son grand ouvrage sur les fossiles des environs de Paris, une coquille très remarquable publiée par M. Raulin, dans le *Magasin conchyliologique* de M. Guérin, sous le nom de *Deshayesia parisiensis*, Raulin. C'est une Natice avec des dents à la columelle.

De plus, en 1845, MM. d'Archiac et de Verneuil ont signalé la couche à *Ostrea cyathula* dans la forêt de Halatte, entre Senlis et Pont-Saint-Maxence (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., t. II, p. 334). Ils y ont découvert plusieurs espèces. Ce sont : 1° *Cyrena semistriata*, Desh., coquille bien identique avec celle de Maestricht. 2° *Cyclostoma plicata*, d'Arch. et de Vern. 3° Une *Natice*, que MM. d'Archiac et de Verneuil ont rapprochée de la *N. glaucinoides*, Sow., du crag rouge de Suffolk; mais nous avons pu faire cette comparaison sur un plus grand nombre d'échantillons recueillis, soit à la butte Saint-Christophe, soit à Jeurre, où l'on trouve la même espèce bien mieux conservée, et nous doutons qu'il y ait identité. 4° *Cerithium plicatum*, Lamk. C'est bien l'une des variétés de cette espèce que l'on rencontre à la butte Saint-Christophe. Nous avons reçu de Saint-Avit, près Mont-de-Marsan (Landes), une quantité considérable d'individus de cette espèce : nous avons pu y reconnaître de nombreuses variétés passant les unes aux autres, et comprenant la variété de Jeurre et de Pontchartrain, celle de la butte Saint-Christophe et de Léognan, celle du Limbourg (*C. Galeotti*, Nyst). Dans une excursion faite au

Ayant reçu une collection assez complète des fossiles de Klein-Spauwen et autres localités du Limbourg, nous avons pu constater que beaucoup étaient communs à cette contrée et aux marnes marines dont il est ici question; mais comme plusieurs de ces espèces portaient dans l'ouvrage de M. Nyst des noms d'espèces du calcaire grossier parisien, et que ces rapprochements, qui nous parurent erronés, avaient fait généralement regarder les sables du Limbourg comme l'équivalent du calcaire grossier, nous fûmes conduit à examiner en détail toute la faune des couches argilo-sableuses du Limbourg, dont M. Dumont a fait son *système Tongrien*.

M. Nyst a décrit 202 espèces de mollusques de ce système; mais en faisant avec soin le dépouillement des localités d'où proviennent ces 202 espèces, nous avons remarqué qu'il y en avait une, Bolderberg, qui ne fournissait guère que des espèces qui ne se rencontraient point à Klein-Spauwen et dans les autres localités semblables. Sans vouloir prétendre que cette localité soit ou ne soit pas contemporaine des autres, nous la laissons de côté, parce que ses fossiles nous paraissent avoir un cachet spécial, sur lequel il ne nous a pas été possible de nous éclairer, et nous nous contenterons de porter notre examen sur ceux de Klein-Spauwen, Grimmetingen, Vliermael, Lethen, Looz, Hoesselt, Boom, le Vieux-Jonc, Heerderen, Henis.

Ces localités ont fourni à M. Nyst 170 espèces; toutefois il n'est pas certain de la patrie de 8 d'entre elles, ce qui réduit ce nombre à 162. Nous en possédons actuellement 130; nous en avons eu 3 en communication, et, parmi les espèces qu'il ne nous a pas été donné d'étudier, un certain nombre d'une rareté extrême ont été établies sur l'unique échantillon qui ait été trouvé.

Cela posé, les fossiles du Limbourg, cités par M. Nyst comme appartenant au calcaire grossier de Paris, sont au nombre de 38.

---

mois d'août dernier dans le département de la Manche, nous avons trouvé le *Cerithium plicatum* à Rauville-la-Place, près Saint-Sauveur-le-Vicomte, dans une couche de marne riche en Cérites, et dans laquelle j'ai pu recueillir environ quinze espèces, nouvelles pour la plupart. 5° *Cerithium elegans*, Desh. Cette espèce, signalée avec doute par MM. d'Archiac et de Verneuil comme une variété du *C. Cordieri*, est la même que celle du Limbourg, rapportée par M. Nyst au *C. margaritaceum*, Brocc.; elle est rare et mal conservée à la butte Saint-Christophe, mais assez abondante à Jeurre.

Outre ces cinq espèces, nous en avons trouvé une sixième, qui appartient au genre Psammobie.

Sur ce nombre, *quatre*, savoir : *Ligula donaciformis*, Nyst; *Pectunculus deletus*, var. b, Desh.; *Hipponix cornucopiæ*, Defr.; *Nerita perversa*, Desh. (*Neritina conoidea*, Desh.), ont une origine douteuse, et, selon toute probabilité, n'ont point été trouvés dans les sables du Limbourg.

Deux autres espèces, savoir : *Venus incrassatoides*, Nyst (*Cytherea incrassata*, Desh.); *Rissoa Michaudii*, Nyst (*Turbo plicatus*, Desh.), citées de Versailles et de Pontchartrain, c'est-à-dire des sables marins supérieurs à la formation gypseuse, sont évidemment rapportées par erreur au calcaire grossier.

Enfin, *trois* espèces, *Cardium hippopæum*, Desh.; *Lymnæus fabula*, Al. Brong.; *Murex tricarinatus*, Lamk., n'ont été identifiées qu'avec beaucoup de doute par M. Nyst avec les espèces parisiennes, et, de ces espèces, ayant pu étudier la dernière, nous avons pu constater qu'elle forme une espèce distincte.

Il n'y a donc que *vingt-neuf* espèces sérieusement rapportées par M. Nyst à notre calcaire grossier. Sur ce nombre, *six* sont rapportées à des espèces de la partie la plus inférieure de cette formation, c'est-à-dire des *sables du Soissonnais*. Ces espèces sont :

1. *Panopæa intermedia*, Desh., de Retheuil.
2. *Corbulomya* (*Corbula*) *triangula*, Nyst, de Château-Thierry (lignites).
3. *Lucina uncinata*, Defr., de Bracheux.
4. *Cyprina scutellaria*, Desh., id.
5. *Ostrea bellovacina*, Lamk., id.
6. *Voluta depressa*, Lamk., id.

Mais ce rapprochement n'est exact pour aucune de ces six espèces. Il y a entre chacune d'elles et les échantillons de Klein-Spauwen que M. Nyst en a rapprochés des différences considérables qui n'auraient certainement point échappé à M. Nyst, s'il avait pu se procurer les types du bassin de Paris. Nous résumerons plus loin ces différences pour chacune de ces espèces et de celles pour lesquelles nous aurons encore à détruire des identifications inexactes.

Les mêmes observations s'appliquent à *sept* autres espèces, rapportées par M. Nyst à des espèces du *calcaire grossier* proprement dit ou des *sables moyens*, et dont voici les noms :

7. *Lucina albella*, Lamk., de Grignon.
8. *Venus* (*Cytherea*) *sulcataria*, Desh., de Chaumont.

9. *Dentalium grande*, Desh., des sables moyens (Ver, Guépesle).
10. *Trochus* (*Delphinula*) *calliferus*, Desh., de Grignon.
11. *Ampullaria mutabilis*, Brander, de Courtagnon.
12. *Fusus* (*Pyrula*) *nexilis*, Brand., de Parnes.
13. *Murex tubifer*, Brug., de Grignon.

Voilà donc *treize* espèces sur *vingt-neuf*, qui n'appartiennent certainement point au terrain éocène du bassin de Paris. Parmi les *seize* autres, *trois* peuvent s'y rapporter. Ce sont les espèces suivantes : *Corbula complanata*, Sow.; *Corbula striata*, Lamk.; *Cytherea lævigata*, Lamk.

La deuxième et la troisième espèce présentent sous ce nom plusieurs variétés : l'une appartient au calcaire grossier proprement dit ; l'autre aux sables moyens ; une troisième aux sables de Fontainebleau. Cette dernière se rapproche plus que les deux autres de celle de Klein-Spauwen. Quant à la *Corbula complanata*, Sow., que l'on trouve en abondance à la fois dans les sables moyens du bassin de Paris et dans les faluns de Touraine, sa présence à Klein-Spauwen ne saurait témoigner en faveur de l'assimilation au calcaire grossier.

Restent donc *treize* espèces, sur lesquelles *quatre* sont très rares et n'ont pu nous être communiquées, savoir : *Psammobia rudis*, Lamk., *Ostrea gigantea*, Brand. (*latissima*, Desh.), *Trochus agglutinans*, Lamk., *Solen papyraceus*, Desh.; les *neuf* autres sont en trop mauvais état, pour que l'on puisse décider d'une manière certaine de leur identité avec les fossiles parisiens : on peut cependant reconnaître des différences notables.

Ainsi, toutes les espèces bien caractérisées, et dont il a été possible de se procurer dans le Limbourg des échantillons suffisamment bien conservés, ont été évidemment identifiées à tort avec des espèces propres à la *première formation marine tertiaire* du bassin de Paris, en comprenant sous ce nom tous les dépôts compris entre la craie ou le calcaire pisolithique et le calcaire lacustre de Saint-Ouen. Ces rapprochements erronés, sur lesquels on croyait pouvoir compter, en ont entraîné d'autres pour les espèces moins bien conservées, et l'on est arrivé de cette façon au chiffre cité plus haut ; tandis qu'on peut affirmer que cette identité, à deux ou trois exceptions près, n'existe pour aucune des espèces que leur conservation a permis d'étudier. En outre, ces mêmes fossiles du Limbourg renferment les espèces de la couche à *Ostrea Cyathula*, Lamk., ou 2e *formation marine*, en assez grand nombre,

pour que ce soit à cette couche, regardée généralement comme la base du terrain miocène, qu'il convienne de rapporter les sables du Limbourg.

Nous avons déjà cité *trois* de ces espèces communes à la fois à cet étage du bassin de Paris et au Limbourg. Ce sont :

1. *Cytherea incrassata*, Desh. (*Venus incrassatoides*, Nyst).
2. *Turbo plicatus*, Desh. (*Rissoa Michaudii*, Nyst).
3. *Cyrena semistriata*, Desh.

Mais nous en avons trouvé *vingt et une* autres, dont l'identité ne saurait être douteuse, sans compter une dizaine d'espèces pour lesquelles nous n'avions que de mauvais échantillons. Sur ces vingt et une espèces, quatre avaient déjà été décrites par M. Deshayes et n'ont point été reconnues par M. Nyst. Ce sont :

4. *Cerithium elegans*, Desh., décrit par M. Nyst sous le nom de *C. margaritaceum*, coquille très différente.
5. *C. lima*, Desh., décrit sous le nom de *C. variculosum*, Nyst.
6. *C. plicatum*, Lamk., décrit sous le nom de *C. Galeotti*, Nyst (1).
7. *Pectunculus terebratularis*, Lamk.. décrit sous le nom de *P. pilosus*, var. Desh.

De plus, *trois* des *seize* espèces rapportées à tort par M. Nyst à des espèces du calcaire grossier ont leurs identiques à Jeurre. Ce sont :

8. *Lucina albella*, Lamk.
9. *Dentalium grande*, Desh.
10. *Voluta depressa*, Lamk.

Les *treize* autres espèces dont nous avons constaté des identiques à Jeurre sont :

11. *Corbula henekeliusiana*, Nyst.
12. *Corbula pisum*, Sow.
13. *Lucina striatula*, Nyst.
14. — *commutata* (2), Philippi.

---

(1) M. Nyst avait soupçonné l'identité que nous signalons ici.

(2) Nous pensons que c'est à tort que M. Nyst a rapporté cette espèce à la *L. commutata*, Philippi. Elle en est certainement distincte, et devra recevoir un nouveau nom ; elle devra aussi être figurée de nouveau, la figure de M. Nyst ne représentant point l'espèce du Limbourg.

15. *Cardium tenuisulcatum*, Nyst.
16. — *papillosum?* (1), Poli.
17. *Calyptræa striatella*, Nyst.
18. *Fusus elongatus*, id.
19. *Pleurotoma belgica*, Goldf.
20. — *costellaria*, Duchâtel.
21. *Murex cuniculosus*, id.
22. *Buccinum Gossardii*, Nyst.
23. *Voluta suturalis*, id.
24. *Chenopus Margerini*, Desh.
[*Rostell. Marg.*, de Kon. (2).]

Ainsi, de ce que nous venons d'exposer, il résulte les deux faits suivants :

1° Entre les fossiles *spéciaux* du calcaire grossier, en y comprenant les sables qui sont au-dessus et au-dessous, et les fossiles du Limbourg, il n'y a aucun identique.

2° Entre les mêmes fossiles du Limbourg et ceux du banc coquillier marin supérieur à la formation gypseuse et caractérisée par l'*Ostrea cyathula*, Lamk., il y a *vingt-quatre* identiques. Nous avons l'espoir fondé que l'examen comparatif d'un plus grand nombre d'espèces des deux terrains augmentera le nombre des identiques.

Jusqu'à ce jour l'opinion des géologues était loin d'être fixée sur l'âge des couches argilo-sableuses du Limbourg. Le travail de M. Nyst n'avait pu donner une opinion bien précise sur ce point. Car, ainsi que le faisait observer M. d'Archiac en 1839 (3), les fossiles du Limbourg se trouvent, dans ce travail, distribués dans toute l'échelle des terrains tertiaires, depuis les plus inférieurs jusqu'au crag. Nous croyons avoir réussi à démontrer que ces fossiles appartiennent sans aucun doute à la même

(1) Les échantillons que M. Nyst a rapportés avec doute au *C. papillosum*, Poli, forment une espèce très distincte, à laquelle je donnerai le nom de *C. Raulini*. La figure de M. Nyst (pl. XI, fig. 6), bien que présentant quelques inexactitudes, suffit cependant pour faire reconnaître cette espèce, qui est très rare dans le Limbourg, mais très commune dans le bassin de Paris, à Jeurre et à Morigny.

(2) Cette espèce est décrite et figurée par M. Nyst (p. 559, pl. XLIV, fig. 4) sous le nom de *Rostellaria Sowerbyi*, J. Sow. Comme nous doutons que ce soit bien la même que celle du London clay, nous préférons adopter provisoirement le nom donné par M. de Koninck à l'espèce de Belgique, dont l'identité avec la nôtre est certaine.

(3) *Bull. Soc. géol.*, 15 avril 1839.

renvoyer le lecteur à l'examen comparatif des textes et planches des deux auteurs ci-dessus cités. Des différences dans la forme générale de la coquille, dans la région cardinale, surtout dans l'impression palléale, qui, dans les échantillons de Belgique, remonte aux deux tiers de la coquille, tandis qu'elle s'arrête à la moitié dans l'exemplaire de M. Deshayes, ne permettent pas de ne faire qu'une seule espèce des échantillons de Klein-Spauwen et de ceux du bassin de Paris.

N° 2. *Corbulomya triangula*, Nyst.

Nyst, *Fossiles de Belgique*, p. 61, pl. I, fig. 12.
D'Archiac, *Mém. Soc. géol. de Fr.*, t. V, p. 303.

La petite corbule que l'on rencontre dans les lignites du Soissonnais et à Rilly, et que M. d'Archiac a regardée comme une variété de celle de Klein-Spauwen, est bien plus globuleuse et bien moins triangulaire; la dent est bien moins forte. M. Nyst, qui l'avait reçue des environs d'Épernay, lui a donné le nom de *Corbula Arnouldii*. (Nyst, *Foss. de Belgique*, p. 67.)

N° 3. *Lucina uncinata*, Defr.

Nyst, *Fossiles de Belgique*, p. 130, pl. IV, fig. 12.
Desh., *Coq. foss. env. de Paris*, t. I, p. 103, pl. XVI, fig. 3 et 4.

L'espèce de Klein-Spauwen n'est pas l'*uncinata*; elle en diffère par la disposition des dents à la charnière, la forme du côté buccal, lequel se recourbe moins fortement que dans la *L. uncinata*; enfin par les stries qui recouvrent la surface. Ces stries sont très fines et très serrées dans l'espèce de Klein-Spauwen; elles sont fortes et espacées dans la *L. uncinata*, Defr. Nous donnerons à l'espèce de Klein-Spauwen le nom de *L. tenuistria*.

N° 4. *Lucina albella*, Lamk.

Nyst, *Fossiles de Belgique*, p. 123, pl. V, fig. 8 (1).
Desh., *Coq. foss. env. de Paris*, t. I, p. 95, pl. XVII, fig. 1 et 2.

La *L. albella*, Lamk., est remarquable par des stries d'une *régularité* extrême, et *saillantes* à la surface de la coquille, mais tellement fines, que l'on ne peut les apercevoir qu'à la loupe; l'espèce de Belgique et de Jeurre est striée *en creux* très finement et très *irrégulièrement*; elle est tout à fait *circulaire*, tandis que la *L. albella* est *transverse*. La lunule,

(1) Cette figure n'est point suffisamment exacte.

N° 7. *Ostrea bellovacina*, Lamk.

Nyst, *Fossiles de la Belgique*, p. 318, pl. XXX, fig. 1; pl. XXXI, fig. 1; pl. XXXII, fig. 1; pl. XXXIII, fig. 1.
Desh., *Coq. foss. env. de Paris*, t. I, p. 356, pl. XLVIII, fig. 1, 2; pl. XLIX, fig. 1, 2.

Nous n'avons pu examiner que la valve supérieure de l'espèce de Klein-Spauwen. L'impression musculaire y est plus quadrangulaire, moins allongée, plus centrale que dans l'*O. bellovacina*, Lamk.; le crochet a aussi une forme distincte; la gouttière médiane est beaucoup plus creusée. Ayant comparé la valve de Klein-Spauwen à des centaines de valves supérieures d'*Ostrea bellovacina*, nous n'en avons pas trouvé une seule qui ne nous ait montré les mêmes différences. Nous croyons donc être en droit de dire que l'espèce de Klein-Spauwen est une espèce distincte. Toutefois, n'ayant pu étudier la valve inférieure, nous nous abstiendrons de lui donner un nouveau nom.

N° 8. *Dentalium grande*, Desh.

Nyst, *Fossiles de Belgique*, p. 341, pl. XXXV, fig. 1.
Desh., *Monographie du genre Dentale*, p. 45, pl. III, fig. 1-3.

M. Nyst a rapporté à cette espèce des échantillons fort mal conservés provenant du Limbourg. Nous en avons reçu une série, que nous avons reconnus être identiques avec d'autres trouvés par nous à Jeurre, où l'état de conservation est bien meilleur. Nous avons constaté les caractères suivants, qui ne permettent point d'attribuer ces échantillons au *D. grande*, Desh.: les stries sont plus fortes, et les intervalles moindres que dans le *D. grande*; le sommet est plus aigu, la fente beaucoup plus courte, le quart environ de celle du *Dentalium grande*; en sorte qu'il est très rare d'avoir des échantillons assez complets pour pouvoir l'observer.

Nous nommerons cette espèce *Dentalium acutum*.

N° 9. *Trochus calliferus* (*Delphinula callifera*), Desh.

Nous n'avons point eu en notre possession un nombre suffisant d'échantillons de cette espèce provenant du Limbourg, pour en donner une description complète; néanmoins un caractère important la distingue de la *Delphinula callifera*, Desh., du bassin de Paris: c'est que l'ombilic, dans celle-ci, est recouvert par le bourrelet, ce qui n'est pas dans l'espèce du Limbourg.

N° 10. *Ampullaria mutabilis*, Brander.

Nyst, *Fossiles de Belgique*, p. 408, pl. XXXVII, fig. 14.

M. Nyst a pensé que la coquille de Vliermael, qu'il a décrite sous ce nom, était la même que celle de Grignon et de Courtagnon, décrite par Lamarck sous le nom d'*Ampullaria acuta*. D'après la figure qu'en donne Sowerby (*Miner. conch.*, p. 284), et aussi d'après l'opinion de M. Deshayes, l'*Ampullaria acuta*, Lamk., dont il a été impossible à M. Deshayes et à nous de voir le type nommé par Lamarck, ne serait autre que l'*Ampullaria Villemetii*, Desh., coquille abondante à Grignon et à Courtagnon, et que Lamarck ne saurait avoir omise. L'espèce de Belgique est très différente, non seulement de celle qui nous occupe, mais encore de toutes les ampullaires du bassin de Paris.

N° 11. *Fusus nexilis*, Brand. (*Pyrula nexilis*, var. B., Desh.).

Nyst, *Fossiles de Belgique*, p. 506, pl. XXXIX, fig. 26.
Desh., *Coq. foss. env. de Paris*, t. II, p. 582.

Il est certain que les échantillons de Maëstricht constituent une espèce bien différente de ceux de Parnes et de Grignon. Ils se rapprochent bien plus de la *Pyrula recondita*, Brong., de Saint-Avit (bassin de l'Aquitaine); mais n'ayant pu comparer que des échantillons de tailles très différentes, nous nous bornons à détruire l'identité de l'espèce du Limbourg avec celle du calcaire grossier.

N° 12. *Murex tubifer*, Brug.

Nous ferons pour cette espèce la même observation que pour la précédente; essentiellement différente du *Murex tubifer* du calcaire grossier, l'espèce du Limbourg se rapprocherait davantage du *Murex horridus*, Brocc., du terrain miocène de l'Aquitaine.

N° 13. *Murex tricarinatus?* Lamk.

Nyst, *Fossiles de Belgique*, p. 546, pl. XLII, fig. 12, *a*, *b*.
Desh., *Coq. foss. env. de Paris*, t. II, p. 597, pl. LXXXII, fig. 7-10.

M. Nyst rapporte avec doute les échantillons de Vliermael et Lethen à l'espèce de Grignon. Ce doute est très fondé; nous croyons en effet qu'ils constituent une espèce distincte du *M. tricarinatus*, Lamk., distincte aussi du *M. tricarinoides*, Desh.: les varices sont simples et sans épines, comme dans le *M. tricari-*

oides; mais elles se distinguent à peine des trois rangées intermédiaires de tubercules oblongs, en sorte que la spire forme une pyramide à six pans, au lieu d'une pyramide triangulaire; les arêtes de cette pyramide atteignent en spirales le sommet de la spire; les stries sont serrées et fines; enfin, comme dernier caractère distinctif beaucoup plus apparent que les autres, le dernier tour se termine en un canal très court, et est égal en longueur à la spire, tandis qu'il est une fois et demie plus grand dans le *M. tricarinatus* et le *M. tricarinoides*.

Je propose de donner à l'espèce du Limbourg le nom de *Murex brevicauda*.

N° 14. *Voluta depressa*, Lamk.

Nyst, *Fossiles de Belgique*, p. 588, pl. XLV, fig. 5.
Desh., *Coq. foss. env. de Paris*, p. 688, pl. XCIII, fig. 14-15.

Cette belle espèce, que nous avons retrouvée à Jeurre, où elle est bien mieux conservée qu'à Klein-Spauwen, n'est point la *Voluta depressa*, Lamk.

La figure de M. Deshayes est très exacte; celle de M. Nyst l'est suffisamment pour qu'on puisse y reconnaître les différences que je vais signaler. La spire dans la *V. depressa*, Lamk., est ordinairement revêtue d'un enduit vernissé, ce qui n'a jamais lieu dans l'espèce qui nous occupe. Les premiers tours de spire portent *onze* ou *douze* petits plis divisés en trois rangées de granulations par deux stries; les deux premières rangées s'effacent sur l'avant-dernier tour, et le dernier ne porte plus qu'une seule rangée de onze tubercules aigus et en biseau; les tranchants des biseaux se trouvent sur une ligne parallèle à la ligne suturale. Dans la volute de Jeurre et de Klein-Spauwen, les plis sont plus forts; on peut les appeler des côtes; ils sont au nombre de *dix-sept* ou *dix-huit*. Une seule strie coupe ces côtes à la partie supérieure des tours, de manière à former un étranglement; ces côtes, si différentes des plis de la *Voluta depressa*, Lamk., persistent généralement jusque sur le dernier tour, où ils se terminent en un large tubercule, allongé et comprimé dans le sens du prolongement des côtes. Ces tubercules ne se prolongent point sur le dernier tour, comme cela existe dans la *Voluta depressa*, et la surface de ce dernier tour est à peu près entièrement couverte de sillons, au lieu de ne l'être qu'à moitié. Ce dernier caractère serait plus tranché dans les échantillons de Klein-Spauwen, si ces fossiles n'étaient tous plus ou moins usés.

La columelle, qui ne porte que deux plis dans la *Voluta depressa*, Lamk., en a cinq ou six dans notre espèce, deux plus forts à la base des autres, mais avec un pli plus petit entre eux. Dans les individus bien conservés de la *V. depressa* il y a bien, au-dessus des deux gros plis, deux autres à peine sensibles. Mais, comme on le voit, il y a plus de différence qu'il n'en est besoin pour déclarer avec certitude qu'il y a là deux espèces distinctes.

Nous dédions celle de Jeurre et de Klein-Spauwen à notre ami M. Rathier de Tonnerre, à qui nous devons la connaissance d'un nouveau gisement coquillier aux environs d'Étampes.

Nous proposons donc de lui donner le nom de *Voluta Rathieri*.

Qu'il nous soit permis, en terminant, de témoigner hautement notre vive reconnaissance à M. Deshayes, qui a mis à notre disposition, avec sa bienveillance ordinaire, ses conseils si précieux et sa riche collection. Nous n'aurions point osé, sans cela, nous prononcer d'une manière aussi affirmative contre certaines parties du travail si estimable d'ailleurs et si utile de M. Nyst.

M. D'Archiac, par suite de cette communication, fait remarquer que les nouveaux rapports indiqués par M. Hébert apporteraient un changement notable dans la théorie du terrain tertiaire de la Belgique. En effet, l'hiatus que l'on avait pu croire exister à la place des sables supérieurs et du calcaire lacustre supérieur du bassin de la Seine, quoique M. Galeotti ait rapporté les sables de Diest au premier de ces groupes, se trouverait correspondre, au contraire, à l'époque du calcaire lacustre moyen ou du gypse. Les argiles et les sables coquilliers du Limbourg, placés sur l'horizon du grès de Fontainebleau, au lieu d'être parallèles aux sables et grès moyens, font remonter aussi les sables de Diest au niveau du calcaire lacustre supérieur, et ce dernier est suivi par les faluns du bassin de la Loire, comme l'auraient été les sables de Diest par ceux de la Campine et le crag de la province d'Anvers.

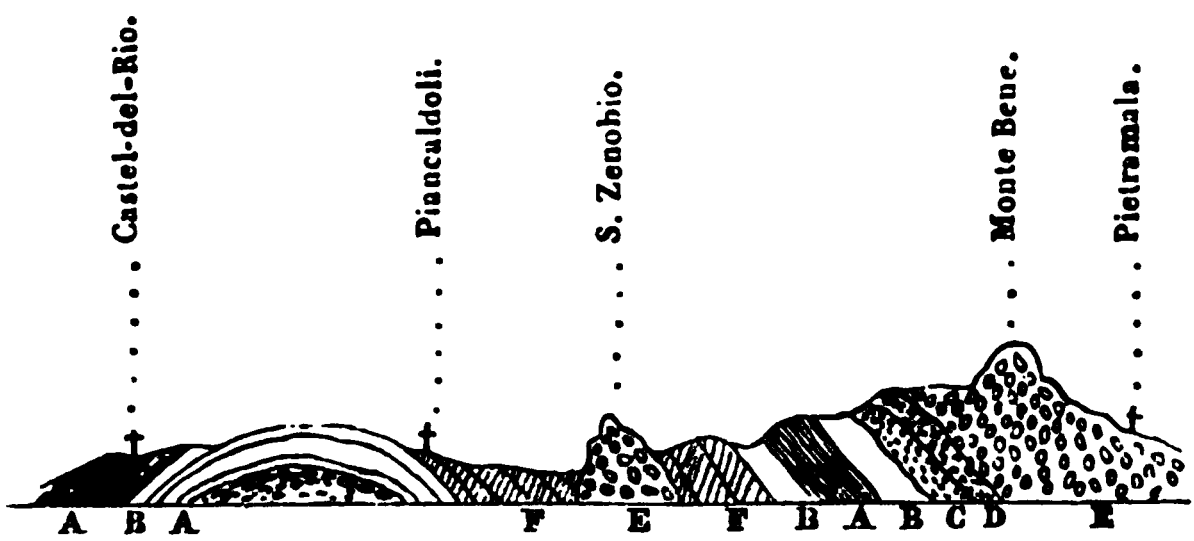
M. Bayle donne lecture de deux notes de M. Daubrée. La première, ayant pour titre : *De la température des sources dans la vallée du Rhin, dans la chaîne des Vosges et au Kaiserstuhl*, a été publiée dans les *Comptes rendus des séances de l'Aca-*

démie, t. XXVIII, p. 495, séance du 16 avril 1849. La seconde, intitulée : *De l'existence et de l'origine d'eaux souterraines qui se meuvent souvent à une faible profondeur, et sur le moyen d'utiliser ces eaux en les faisant sortir sous forme de sources*, a aussi été insérée dans les *Comptes rendus*, t. XXVIII, p. 444, séance du 2 avril 1849.

M. le secrétaire donne lecture de la notice suivante, de M. Toschi :

Sur les terrains qui environnent le petit volcan (terreno ardente) *de Pietramala, en Toscane.*

Tout le terrain qu'on rencontre depuis *Castel-del-Rio* jusqu'à *Pietramala* appartient à la formation du macigno (terrain étrurien de M. Pilla), c'est-à-dire qu'on y trouve l'albérèse, le grès marneux calcaire, tantôt schisteux, tantôt compacte, et souvent même contenant des fucoïdes renfermés entre les jointures des couches. Ces couches ont généralement une direction N.-O. S.-E., mais leur inclinaison varie, car elles ont été très tourmentées par suite du soulèvement. A moitié chemin de



A. Différentes espèces de macigno.
B. Albérèse.
C. Phtanite.
D. Euphotide.
E. Ophiolite.
F. Terrain disloqué.

Piancaldoli à *Pietramala*, à une heure environ du petit volcan (*terreno ardente*), on voit le sol composé d'un terrain tout disloqué, consistant en schistes, albérèse, macigno et argiles foliacées. Ensuite paraissent des spilites, des jaspes grossiers, des phtanites et des conglomérats calcaréo-serpentineux. Toutes ces masses ne montrent qu'imparfaitement leur stratification primitive qui fut troublée dans quelques localités, comme au *Sasso di S.-Zenobio*, par une éruption d'ophiolite. Cette

dernière localité se trouve sur la même route; l'éruption qui y a eu lieu paraît évidemment postérieure au dépôt des terrains neptuniens, et c'est à elle qu'on doit rapporter l'origine des conglomérats serpentineux, des jaspes, spilites, etc. On observe, en effet, que dans presque tous les endroits de la Toscane où de semblables éruptions d'ophiolite eurent lieu, ces roches se trouvent toujours en contact.

La proximité de *Pietramala*, où tout le monde connaît les monts *Bene* et du *Covigliajo*, entièrement composés de serpentine, fait croire que le *Sasso di S.-Zenobio* n'est autre chose qu'une injection latérale effectuée au moment où surgirent ces deux montagnes.

Le petit volcan de *Pietramala* a surgi au milieu d'un terrain bouleversé, semblable à celui dont nous avons déjà parlé. Il ne consiste qu'en un gaz inflammable donnant lieu, par la chaleur de sa combustion, à une altération du terrain sur lequel elle s'opère, en le réduisant en argilolite et en thermantide.

A peu de distance du petit volcan, sur la route qui conduit à *Firenzuola*, on a trouvé dans un torrent du quartz très menu en cristaux dodécaèdres bipyramidaux, enclavés dans une *druse* d'un caillou d'ophiolite.

Séance du 7 mai 1849.

PRÉSIDENCE DE M. DAMOUR, *vice-président.*

M. Bayle, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

FERRAND DE MISSOL, docteur en médecine, rue du Petit-Bourbon-Saint-Sulpice, 2, à Paris, présenté par MM. de Verneuil et Ruinart de Brimont;

L'abbé DUPUY, professeur d'histoire naturelle au petit séminaire, à Auch (Gers), présenté par MM. Constant Prévost et V. Raulin.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des savants;* avril 1849.

De la part de M. Léopold de Buch, *Uber Ceratiten* (Sur les Cératites) (Mém. lu le 20 janv. 1848 à l'Acad. roy. des sc. de Berlin); in-4°, 33 p., 7 pl. Berlin, 1849; chez Ferd. Dümmler.

De la part de M. A. Delesse : 1° *Notice sur la terre verte de Vérone* (tiré de la *Bibl. univ. de Genève.* — Mai 1848); in-8, 8 p.

2° *Sur le pouvoir magnétique du fer et de ses produits métallurgiques* (2e partie d'un travail *Sur le magnétisme*, dont la 1re a paru dans les *Ann. de chim. et de phys.*, 1849, t. XXV, p. 194); in-8, 23 p. Paris, 1849; chez E. Thunot et Cie.

De la part de M. A. Favre, *Notice sur la géologie du Tyrol allemand et sur l'origine de la dolomie* (extr. de la *Bibl. univ. de Genève.* — Mars 1849); in-8, 32 p. Genève, 1849; chez Ramboz et Ce.

De la part de M. Charles d'Orbigny : 1° *Classification et principaux caractères minéralogiques des roches* (extr. du *Dictionn. univ. d'hist. natur.*); in-4, 46 p. Paris, 1848, rue de Bussy, 6.

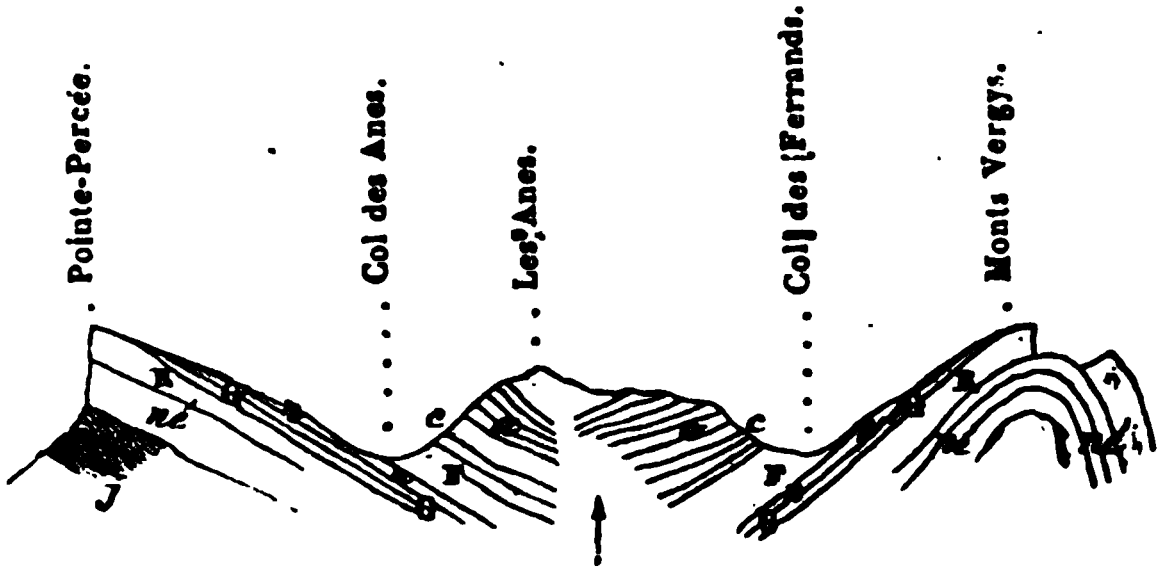
2° *Description sommaire des divers terrains qui constituent l'écorce terrestre* (extr. du *Dictionn. univ. d'hist. nat.*); in-4, 42 p. Paris, 1849, rue de Bussy, 6.

De la part de M. Partiot, *Mémoire sur les Cyclostomes;* in-8, 72 p. Toulouse, 1848; chez Aug. de Labouisse-Rochefort.

De la part de M. Pierret, *Observations faites pendant les mois de juillet et août* 1848 *sur les Lépidoptères qui se trouvent aux environs de Gavarnie* (extr. des *Ann. de la Soc. entomologique de France;* 2e sér., t. VI. — 4e trim. de 1848); in-8, 10 p. Paris, 1849.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences; 1849, 1er semestre, t. XXVIII, nos 16 à 18.

L'Institut; 1849, nos 798 à 800.



j Terrain jurassique.
né Néocomien inférieur.
R Calcaire de la première zone de Rudistes.
G Grès vert.
n Calcaire nummulitique.
F Flysch ou macigno alpin alternant avec le grès de Taviglianaz.
c Cargneule.
a Calcaire à Ammonites et à Bélemnites.

es plus hautes cimes de la chaîne des Vergys atteignent 38 mètres au-dessus de la mer (M. Chaix). La Pointe-Percée, est la cime la plus élevée de la chaîne à laquelle elle donne nom, n'a jamais été mesurée, mais je pense qu'elle s'élève 500 ou 2,600 mètres au-dessus de la mer. Entre ces deux ines de montagnes, et au centre par conséquent de la vallée Reposoir, s'élève une grande montagne connue dans le pays s le nom de montagne des Anes. Sa base, au Reposoir, est à mètres; son sommet est approximativement situé à 2,300 tres de hauteur absolue. Elle divise la vallée du Reposoir en x parties, qui se rejoignent aux deux extrémités N.-E. et O. de la vallée. La montagne des Anes est liée à la chaîne Vergys, au nord, par le col de la Touvière ou des Ferrands, u sud à la chaîne de la Pointe-Percée par le col des Anes. deux passages sont très intéressants sous le rapport de la logie.

l est donc évident que la montagne des Anes tout entière ose sur les couches qui forment les chaînes des Vergys et de Pointe-Percée, ou, ce qui est la même chose, que ces couches sent *par-dessous* cette montagne.

Voilà quelle est la position et la structure de cette vallée; intenant arrivons à la partie géologique de cette note, qui sente un fait digne d'attirer l'attention des géologues qui parrront ces contrées.

es deux chaînes de montagnes indiquées ci-dessus sont fores par des couches néocomiennes; la plus grande masse aptient au calcaire de la première zone de Rudistes, ou calcaire *hama ammonia*.

très faciles à faire, car la montagne des Anes, comme je l'ai dit, est située au milieu de la vallée, et ses couches sont presque horizontales. Je ne sais à quel âge rapporter le terrain de cette montagne, cependant son aspect lui donne une apparence jurassique.

Je rappellerai ici en terminant que ce n'est pas la première fois que l'on a cité des terrains plus anciens que le calcaire à Nummulites reposant sur ce terrain.

M. Studer (*Bull.*, 2e sér., IV, 213 et suiv.) indique que, dans l'Oberland bernois, on trouve du gneiss postérieur au terrain nummulitique.

Le fait peut-être le plus extraordinaire est celui indiqué par M. Escher dans ses coupes géologiques du canton de Glaris. On y voit à l'Ortstock la coupe suivante, prise en allant de haut en bas : 1° Calcaire jurassique supérieur et moyen; 2° calcaire jurassique inférieur; 3° *Sernfconglomerat*, qui est un poudingue analogue à celui de Valorsine, et dont la position normale est entre les roches cristallines et le terrain jurassique; 4° on retrouve de nouveau du calcaire jurassique moyen; 5° on voit en dessous de toutes ces couches le calcaire nummulitique.

La montagne du Glarnisch présente la même coupe; seulement, au-dessus des couches précédentes, on voit le calcaire néocomien et le calcaire à Nummulites. Dans cette montagne, ce calcaire se trouve donc au sommet et à la base de la montagne.

On pourrait multiplier facilement ces exemples, mais je pense que l'on ne pourrait point en trouver de plus extraordinaire (1).

M. le secrétaire donne lecture de la notice suivante :

Quelques observations sur le terrain quaternaire du bassin du Rhin, et des relations d'âge qui existent entre le terrain de la plaine et celui de la montagne. De l'origine du lehm, par M. Ed. Collomb.

Sous la dénomination de *terrain quaternaire* ou *diluvien*, nous nous conformons à la synonymie adoptée par M. d'Archiac, qui comprend sous ce titre tous les dépôts formés entre la fin de la période *tertiaire supérieure* et le commencement de l'époque

(1) M. Gaillardot indique, dans les environs du Caire, des couches à Ammonites recouvrant les couches à Nummulites au pied du Mokatan. (*Ann. de la Soc. d'émul. des Vosges*, 1845, VIIIe cah.)

d'accord pour distinguer ces deux formations, ayant chacune des caractères géologiques qui leur sont propres.

M. Koechlin-Schlumberger, qui a bien voulu nous communiquer ses observations sur le terrain quaternaire des environs de Mulhouse, pense que les dépôts de galets et de sable d'un côté, et le lehm de l'autre, doivent être considérés comme deux formations d'âge différent, et non comme deux étages d'une même formation.

A Mulhouse, ville située dans la plaine, sur un point central, à égale distance des Vosges, de la forêt Noire et des premiers contre-forts du Jura, M. Koechlin-Schlumberger a reconnu, dans les dépôts des environs, trois classes principales, qui sont :

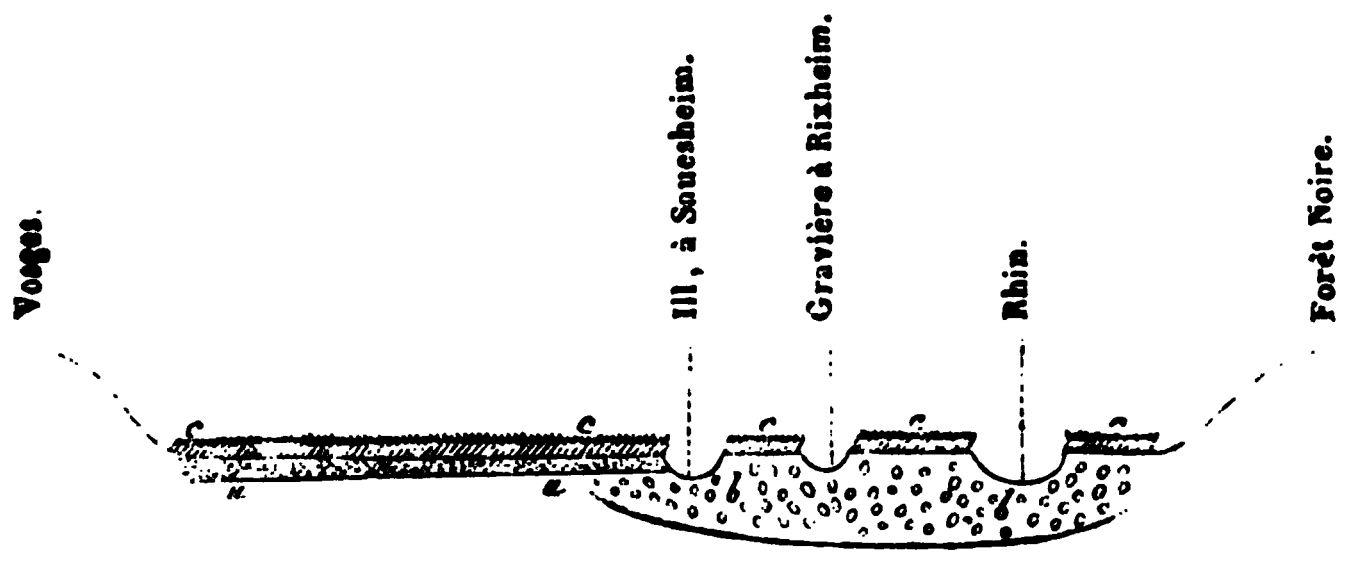
1° *Les galets rhénans*, composés de roches alpines, telles que les quartzites, les protogines, les calcaires noirs; de roches de la forêt Noire, comme granites colorés, porphyres quartzifères à cristaux grands et réguliers de feldspath; de roches jurassiques, calcaires clairs des étages supérieurs.

2° *Les galets vosgiens*, composés de roches exclusivement vosgiennes, parmi lesquelles on remarque comme principalement caractéristiques, les mélaphyres de la vallée de Massevaux, la syénite du Ballon d'Alsace, les schistes noirs de transition du col de Bussang, le porphyre rouge de la vallée de la Thur, etc.

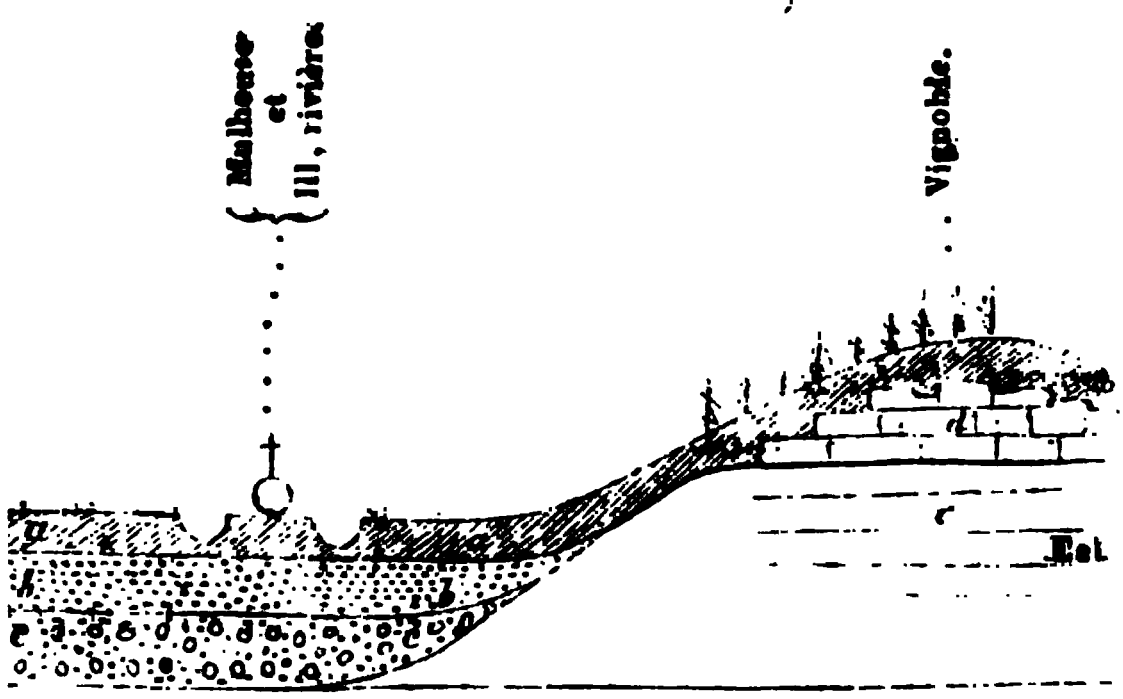
3° *Le lehm*, composé de sable argileux, parfois marneux, fin, susceptible de former une pâte avec l'eau, et dont l'origine paraît être alpine.

Outre la nature différente des roches, les dépôts 1° et 2° se distinguent encore par d'autres caractères extérieurs. Ainsi, les galets du premier sont beaucoup plus arrondis, et ils ont dans l'ensemble une couleur beaucoup plus claire.

M. Koechlin-Schlumberger donne de ces trois classes principales la coupe suivante :



a Galets des Vosges. | *b* Galets du Rhin. | *c* Lehm.



hm.
lets vosgiens.
lets rhénans.

d Calcaire d'eau douce exploité comme moellons.
e Marne tertiaire, de 350 à 400 pieds de profondeur, d'après un sondage.

s quatre dépôts distincts que le lehm recouvre, il ne être contemporain que du plus récent, ou celui des sgiens. Mais l'origine du lehm paraît à M. Koechlin-berger évidemment alpine, parce qu'il l'a constamment vec les mêmes caractères, avec les mêmes fossiles, non ut sur les deux rives du Rhin et dans les vallées suisses, ns les vallées du Rhône, à Lyon, par exemple.

ux coupes précédentes de M. Koechlin-Schlumberger, ans les environs de Mulhouse, peuvent servir de type nt le bassin du Rhin de la plaine. Elles comprennent formations principales du terrain quaternaire : 1° l'in-, ou *formation erratique* de M. d'Archiac ; 2° la supé-lluvion ancienne ou *lehm*.

s du lehm. « Dans le lehm et les sables qui recouvrent rier erratique, 96 espèces de coquilles ont été recueillies M. A. Braun et Walchner ; sur ce nombre, 56 sont res et 40 sont fluviatiles ; 7 appartiennent à des espèces vivantes, et 9 sont très voisines ou sont peut-être riétés d'espèces également vivantes. Les formes les plus lues dans le limon ancien sont, à quelques exceptions fort rares dans les pays environnants soumis aujourd'hui lture ; et réciproquement, les espèces qui vivent com-nent dans ces mêmes pays sont peu répandues dans le Des espèces très communes, qui aiment les expositions es et sèches, ne se trouvent jamais dans le lehm. Le bon conservation des coquilles prouve qu'elles vivaient sur rds du Rhin, lors du dépôt du lehm. Avec ces coquilles

Sur un point donné de ces vallées, les débris se sont tassés sous forme de moraines transversales, possédant tous les caractères et toutes les propriétés des moraines frontales des glaciers actuellement en activité. Ces moraines ont été décrites en détail par les auteurs que nous venons de citer; elles ne s'avancent pas jusque dans les plaines qui entourent le système; elles conservent une position inter-vosgienne. Ces glaciers ne paraissent pas avoir débordé dans les plaines, soit du Rhin, soit de la Moselle, etc.; les phénomènes qui les ont maintenus en activité pendant une longue suite de siècles n'ont pas eu l'énergie de ceux du nord de l'Europe, ni de ceux des Alpes, probablement parce que le relief des Vosges, qui existait déjà au commencement de la période quaternaire tel qu'il est aujourd'hui, n'est pas construit de manière à présenter de grands réservoirs neigeux. Les vallées vosgiennes sont dépourvues de cirques supérieurs; elles finissent ordinairement sous forme de coin, et vont en s'élargissant d'amont en aval, disposition peu favorable au large développement des glaciers.

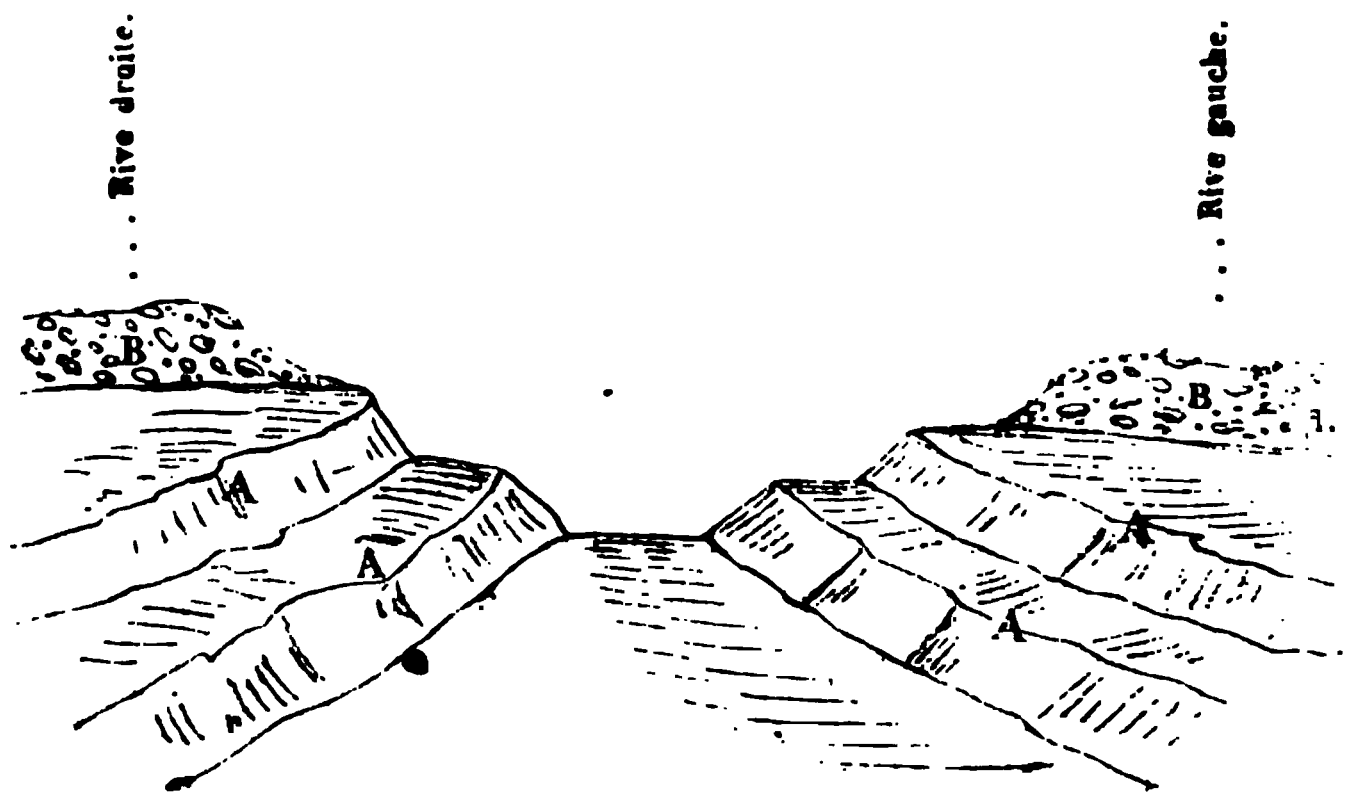
Ce *terrain glaciaire* se compose donc de tous les matériaux qui ont été décrits jusqu'ici sous le nom de moraines frontales, latérales, médianes, puis de débris de toute nature comprenant les blocs erratiques, soit isolés, soit sous forme de champs, en de longues traînées longitudinales. Quant aux caractères minéralogiques et géologiques de ces matériaux, ils se distinguent de tous les autres dépôts meubles, en ce que, depuis le moment de leur dépôt, ils ne paraissent pas avoir été remaniés par les eaux, et leur transport s'est opéré par une voie sèche. Il est, du reste, inutile pour le moment de revenir sur leur description : l'important est de déterminer leur âge relatif, le degré précis qu'ils occupent dans l'échelle chronologique des temps.

Indépendamment de ce terrain glaciaire, il existe dans toutes les vallées inter-vosgiennes une autre variété de terrain quaternaire, variété que nous nommerons provisoirement *formation inférieure*. Elle remplit toutes les parties basses des vallées; sur certains points elle acquiert 15 à 20 mètres d'épaisseur, et se compose des mêmes éléments minéralogiques que ceux du terrain glaciaire, de petits blocs, de cailloux, de gravier, de sable, mais elle en diffère essentiellement, soit par le degré d'usure des matériaux, soit par la place qu'elle occupe sur le terrain. Cette formation est constamment dans une position inférieure à la précédente. On reconnaît sur tous ces débris

meubles des traces de transport par les eaux, tout en étant stratiformes, c'est-à-dire disposés par couches; les eaux qui les ont transportés paraissent avoir été tumultueuses et torrentielles dans quelques vallées. Les gros blocs y sont rares; le gravier et les cailloux de moyenne taille y prédominent; le sable y est fréquemment disposé par couches légèrement contournées. Les moraines reposent, lorsque ce n'est pas la roche en place qui les supporte, sur cette formation inférieure. La distinction est assez tranchée. Il existe une ligne limite qui sert de démarcation entre les deux systèmes : dans l'un, l'inférieur, on ne rencontre guère que des matériaux roulés et usés; dans l'autre, le supérieur, tous les attributs du terrain glaciaire se rencontrent à profusion.

Ces attributs sont, en résumé, les galets et les blocs striés, puis les matériaux avec des angles vifs et pour ainsi dire tout frais, des blocs monstres entremêlés d'une boue argileuse très fine, ensuite des vides et des cavités intérieures : toutes choses qui n'existent pas dans la formation inférieure, où l'on ne rencontre ni galets striés, ni blocs monstres, ni boue, etc.

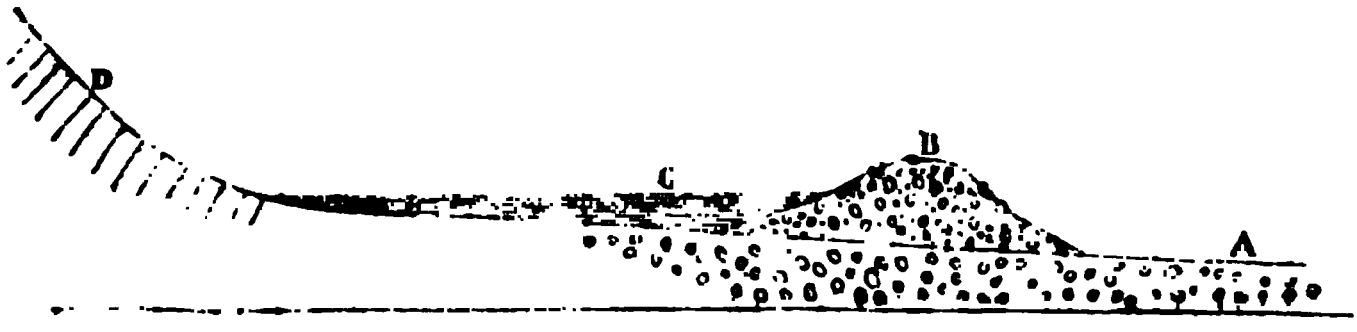
Ces deux formations sont importantes à distinguer; nous chercherons tout à l'heure à les mettre en relation chronologique avec les deux formations de la plaine. Voici, du reste, une coupe transversale théorique, représentant leur superposition, coupe qui se présente fréquemment dans les vallées des Vosges.



AA. Formation inférieure de cailloux roulés, galets, sable.
BB. Moraine frontale, purement glaciaire; les fragments de moraine se correspondent exactement entre eux d'une rive à l'autre d'une vallée.

Des tourbières. En continuant l'exploration de ce terrain, on rouve superposé aux moraines glaciaires l'établissement des purbières. Font-elles partie du terrain quaternaire supérieur, u rentrent-elles dans le terrain moderne inférieur? Quel que oit leur âge précis, il est évident que leur point de départ dans es Vosges remonte à l'époque de la fusion des anciens glaciers; eur existence est due à une action mécanique très simple, souent observée et signalée. Les anciens glaciers ayant déposé endant leur période d'activité un bourrelet de détritus, un ordon de moraines tout autour de leur littoral, non seulement ans le fond des vallées, mais encore horizontalement et en charpe sur le flanc des montagnes, dans les anses latérales, sur es cols et dans les petits vallons intérieurs et élevés; lorsque es mers de glace ont disparu, le cordon latéral est resté en place, il a retenu les eaux, et formé ainsi des lacs, des marais, les étangs et des tourbières, C'est ainsi que l'on trouve des amas de tourbe sur des flancs de montagnes très inclinés et sur les points très élevés de la chaîne.

La tourbe formée au lac d'Urbès, dans la vallée de Saint-Amarin (Haut-Rhin), et celle du lac des Corbeaux, dans la vallée de la Bresse (Vosges), dont on peut voir exactement la position par suite des travaux qui ont été exécutés dans ces localités, reposent directement et sans transition sur les graviers, le sable et les blocs du terrain glaciaire; il en est de même des tourbières en amont des moraines du Rein-Brice et de celles en amont de la moraine du Belliard (Vosges), décrites par M. Hogard (1). Ce même fait peut s'observer encore sur une foule d'autres points dans les Vosges.



A. Formation quaternaire inférieure.
B. Terrain glaciaire.
C. Tourbière.
D. Terrain de transition, quelquefois terrain pyrogène.

La période d'existence des tourbières n'a cependant point été

(1) H. Hogard, *Observations sur les moraines et sur les dépôts de transport et de comblement des Vosges.* 1842.

uniforme et régulière ; non seulement dans les Vosges, mais en Suisse, dans les tourbières des hautes régions, on rencontre fréquemment, à quelques pieds de profondeur dans l'intérieur de la masse, des troncs de gros végétaux assez rapprochés les uns des autres, dans une position verticale, mais dont il ne reste plus que les racines et une partie du tronc principal. Ces forêts souterraines ont été remarquées dans des localités placées à une altitude telle que ces végétaux ne peuvent plus y prospérer aujourd'hui. Les espèces sont identiques avec celles qui vivent de nos jours dans les environs : ce sont des pins, des sapins, des bouleaux, etc. ; mais la dimension des troncs indique une végétation beaucoup plus vigoureuse que celle qui a lieu de nos jours dans la localité même.

Quelles que soient les alternatives où ces amas ligneux ont été exposés dans la série des temps modernes, il n'en est pas moins constant que, pour les Vosges, ils peuvent servir de point de départ pour indiquer la fin de la période des glaces et le commencement d'une période plus chaude, probablement le commencement de l'ordre de choses actuel.

Des lits de déjection éteints. Les anciens glaciers, en disparaissant de la surface du sol, ont donc, suivant nous, clos la série des phénomènes quaternaires ; nous avons essayé de démontrer ailleurs (1), qu'entre la fin de cette époque et le commencement des temps modernes, il ne restait pas de traces à la surface du sol qui indiquassent que ce mouvement se fût opéré par une révolution brusque ; que tous les faits observés indiquaient, au contraire, que le passage d'une époque à une autre avait eu lieu par des changements lents et graduels. Les grands dépôts de boue des plaines se sont séchés, tassés ; la nature organique s'en est emparée ; ils sont devenus terre végétale à leur surface ; dans le même temps, le commencement de la période moderne s'est distingué des temps historiques qui l'ont suivie par une activité relativement considérable et momentanée de tous les cours d'eau, activité qui a donné lieu à un grand nombre de phénomènes locaux renfermés dans l'enceinte des pays de montagnes, et dont l'influence dans les grandes plaines s'est fait à peine sentir. Cette énergie momentanée des eaux courantes ne provenait pas de la fonte des glaces : elles n'existaient plus dans les Vosges et dans les Alpes, elles s'étaient déjà retirées dans les

(1) E. Collomb, *Preuves de l'existence d'anciens glaciers dans les Vosges*. 1847 ; in-8.

limites qu'elles occupent aujourd'hui; mais elle résultait de l'état dans lequel se trouvait l'écorce terrestre après la disparition des grandes glaces.

Tous les massifs montagneux, qui sont aujourd'hui couverts d'une végétation abondante, étaient, à cette époque, complétement nus, dépouillés, arides; rien ne protégeait les roches et les dépôts meubles contre l'action destructive des agents extérieurs; il s'est écoulé un long espace de temps avant que les forêts aient pu prendre pied et régulariser ainsi le régime des eaux courantes. Cet état de choses a donné naissance aux anciens *lits de déjection*, que M. Scipion Gras a étudiés en détail dans les Alpes occidentales. Ce savant a reconnu deux classes dans ces *lits de déjection* : les uns sont complétement éteints; d'autres possèdent encore leurs torrents. Les uns et les autres sont constamment superposés aux blocs erratiques; ils leur sont donc postérieurs.

Par suite de ses recherches, M. Scipion Gras est arrivé aux conclusions suivantes, relativement aux Alpes :

« 1° La végétation qui couvrait les Alpes à la fin de l'époque » tertiaire, et dont l'existence est attestée par divers dépôts de » lignite, ainsi que des restes nombreux de ruminants et de pa- » chydermes enfouis dans les alluvions anciennes, a disparu » complétement à l'époque du transport des blocs erratiques; » cette disparition est prouvée par le phénomène remarquable » des lits de déjection éteints, que l'on doit considérer comme » général dans les Alpes.

» 2° Cette dénudation végétale confirme l'hypothèse d'une » extension extraordinaire des glaciers qui, à l'époque du » phénomène erratique, aurait envahi la surface entière des » Alpes. Il est certain, en effet, qu'une pareille extension a dû » avoir pour effet immédiat d'anéantir partout la végétation, et » l'on conçoit difficilement qu'une destruction aussi générale ait » pu être produite par une autre cause.

» 3° Lorsque, par suite du retour d'une douce température, » les Alpes se sont dépouillées du manteau de neige et de glace » qui les recouvrait, leurs flancs entièrement nus sont restés » exposés pendant des siècles aux dégradations des agents atmos- » phériques. C'est à cette époque que se sont creusés la plupart » des ravins et des excavations en forme d'entonnoir que l'on » remarque sur les versants de ces montagnes. Les matières en- » traînées ont formé les anciens lits de déjection, et en général » les alluvions postérieures aux blocs erratiques et cependant an-

» térieures aux temps historiques, qui remplissent le fond des » vallées.

» 4° A la longue, les forces productives de la nature ont ra- » mené la végétation au sein des Alpes, et sont parvenues à les » couvrir d'épaisses forêts. Ce reboisement a modifié profondé- » ment le régime des cours d'eau, qui ont tous perdu leurs ca- » ractères torrentiels les plus saillants. Les lits de déjection se » sont éteints, et les rivières, auparavant divagantes, se sont en- » caissées.

» 5° Enfin, l'homme a commencé à habiter les Alpes.... (1) »

Nous citons textuellement les conclusions remarquables de M. Scipion Gras, parce que les résultats obtenus dans les Alpes s'appliquent sur tous les points aux phénomènes modernes qu'on peut remarquer dans les Vosges. Les lits de déjection éteints et non éteints y existent dans un grand nombre de vallées, sur une petite échelle à la vérité, mais tout à fait identiques avec ceux des Alpes; rarement ces cônes aplatis de débris meubles viennent déboucher dans la plaine du Rhin; ils sont ordinairement renfermés dans l'intérieur du système, et se remarquent au point où les vallons latéraux débouchent dans une vallée principale. Il suffit parfois d'une simple dépression latérale qui ne mérite pas le nom de vallon, et où l'on ne trouve pas le moindre filet d'eau, pour qu'elle ait donné naissance à un cône de déjection; les débris en sont constamment superposés au terrain glaciaire.

C'est probablement à cette même époque de dénudation, entre la fin des phénomènes quaternaires et le commencement du terrain moderne, qu'il faut aussi rapporter le déchirement et la rupture de plusieurs moraines transversales des Vosges, et aussi le démembrement partiel du lehm de la plaine. Si l'on examine ces derniers phénomènes avec attention, on est obligé de reconnaître que les cours d'eau actuels ne sont plus animés, à beaucoup près, de l'énergie suffisante pour produire de tels résultats.

En résumé, nous avons donc, dans le terrain quaternaire des vallées intérieures des Vosges :

1° Une formation inférieure de cailloux roulés, sable et graviers;

2° Une formation supérieure de terrain purement glaciaire.

---

(1) Scipion Gras, *Considérations sur les anciens lits de déjection des torrents des Alpes, et sur leur liaison avec le phénomène erratique.* Grenoble, 1848.

Puis, pour transition avec le terrain moderne :

La formation des tourbières ;

Les anciens lits de déjection.

Ces différents systèmes reposent indifféremment sur les terrains siluriens ou dévoniens, sur les terrains carbonifères, sur les grès rouges, les grès vosgiens, etc., et sur tous les terrains pyrogènes,

Relations chronologiques entre les formations de la plaine et celles de la montagne. — Maintenant que nous connaissons sommairement les principaux caractères de nos terrains, nous reviendrons à notre point de départ, c'est-à-dire aux rapports chronologiques qui paraissent exister entre les terrains quaternaires de la plaine et ceux de l'intérieur des vallées vosgiennes. Suivant notre manière de voir, les cailloux roulés, le sable et les graviers de la plaine, que M. d'Archiac désigne sous le nom de formation erratique, correspondent chronologiquement à la formation inférieure des vallées, Cette opinion est fondée sur l'observation des faits. Ainsi, qu'on parte d'un point quelconque de la plaine du Rhin. Prenons Mulhouse pour exemple : on trouve dans les environs de cette ville, ainsi que nous l'avons vu dans les coupes de M. Koechlin-Schlumberger, la couche de lehm, soit en lits horizontaux, soit en buttes peu élevées, qui recouvre les lits de cailloux et de sable ; puis, en s'avançant à travers la plaine de l'Ohsenfeld, dans la direction des Vosges, on quitte peu à peu le lehm, et l'on entre dans la région des graviers, des sables et des cailloux, qui sont ici dans une position exactement horizontale, sans buttes ni élévations quelconques. Cette région continue ainsi jusqu'au pied des premiers contre-forts de la chaîne, puis elle pénètre sans transition, sans changement, dans l'intérieur des vallées, jusqu'au pied des premières moraines transversales : la seule différence qui existe entre le terrain de la plaine et celui des vallées ne consiste point dans la nature des matériaux qui sont exactement les mêmes, mais dans leur arrangement et dans leur volume. Dans la plaine, les cailloux sont régulièrement distribués sur un plan horizontal ; dans les vallées, ils sont souvent étagés sous forme de terrasses parallèles, et représentent fréquemment des escarpements abrupts qui atteignent quelquefois 10 à 12 mètres de hauteur verticale, et dont l'origine est due à l'action des torrents actuels ; par la même raison, dans les vallées très resserrées, ce terrain est souvent déchiré, disloqué ou démantelé. Ensuite, le volume des

sont chargées de ce limon. Le torrent sortant de la voûte du glacier de l'Aar débitait, dans les vingt-quatre heures, au mois d'août de l'année 1845, deux millions de mètres cubes d'eau à la température de zéro, et, suivant les expériences de M. Dollfus, cette eau tenait en suspension environ 140 mètres cubes de sédiment. Les eaux de quelques glaciers qui reposent, ou plutôt qui travaillent sur des roches schisteuses ou serpentineuses friables et faciles à déliter, tels par exemple que les glaciers du revers méridional du Mont-Rose et du Mont-Cervin, sont tellement chargées de sédiments, qu'elles ont littéralement l'aspect d'une boue liquide de couleur gris de cendre. Si le glacier de l'Aar actuel, dont la surface, y compris ses principaux affluents, n'a pas au delà de 15 kilom. carrés, fournit à ses eaux 140 mètres cubes de sédiments par vingt-quatre heures, que devait être l'énorme masse de limon entraîné par les eaux des anciens glaciers?

En prenant pour base les travaux de M. Guyot sur ce sujet, nous pouvons nous livrer à un calcul approximatif à cet égard. Ainsi, les anciens glaciers dont l'existence a été constatée par les observations de M. Guyot, et dont les eaux de fonte se réunissaient au Rhin, couvraient dans ce temps-là une grande partie de la Suisse orientale, presque tout le canton des Grisons, celui de Glaris, d'Uri, de Schwitz, d'Unterwalden, une partie de ceux de Lucerne, de Berne et de Fribourg. Les cartes inédites de M. Guyot indiquent les limites précises de ces anciennes mers de glace, et ce n'est pas exagérer que d'estimer la surface de tous ces glaciers à environ 20,000 kilom. carrés, soit un carré de 142 kilom. de côté.

En procédant par analogie, c'est-à-dire en comparant les effets produits par les causes actuelles avec ceux qui se sont produits dans les anciens temps et dans des circonstances analogues, nous trouvons d'abord que le glacier de l'Aar produit, dans les vingt-quatre heures, au delà de 9 mètres cubes de sédiment par chaque kilomètre carré de surface. Si 1 kilomètre produit 9 mètres cubes, 20,000 kilomètres cubes produiront 180,000 mètres cubes d'eau dans le même temps. Et si l'on prend en considération que les anciens glaciers, ayant une puissance infiniment plus considérable que ceux d'aujourd'hui, devaient exercer une pression, un frottement, une usure, en un mot une démolition des roches beaucoup plus énergique sur la même surface carrée, on comprendra combien la masse des sédiments devait être plus considérable, proportionnellement, que celle des temps présents.

Les eaux provenant des glaciers forment tous les jours, sous nos yeux, des dépôts de matières analogues au lehm; le Rhône, en été, charrie un sédiment glaciaire qui se dépose dans le lac de Genève; l'Aar, en se jetant dans le lac de Brientz, forme un delta de sable excessivement fin et limoneux comme le lehm (1); les autres rivières des Alpes sont dans le même cas.

Si donc on admet l'existence d'anciens glaciers sur une échelle gigantesque dans les Alpes et dans les Vosges pendant l'époque qui a précédé immédiatement l'ordre de choses actuel, il est naturel d'en déduire les conséquences logiques; il n'existe pas de glaciers qui ne donnent lieu par le mécanisme de leur mouvement à une masse considérable de boue très fine entraînée par les eaux de fonte.

Les effets immédiats et synchroniques des glaciers sont triples:

1° Ils usent, polissent et strient les roches sur lesquelles ils exercent leur pression.

2° Ils transportent des matériaux volumineux sur leur dos et les déposent sur un point donné pour former les moraines.

3° Le résultat de l'usure, du polissage des roches, c'est-à-dire une boue fine comme un sédiment, est transporté au loin par les rivières et les fleuves.

De ces trois effets, deux seulement, les stries et les moraines, se trouvent réunis sur le théâtre d'activité du glacier et conservent les caractères qui leur sont propres et qui les font reconnaître sur le terrain après la disparition des glaces. Le troisième élément, la boue, perd en partie son caractère glaciaire lorsqu'elle est transportée à une grande distance de son origine; mais elle n'est pas détruite: elle reste en suspension dans les eaux et se dépose lorsque les circonstances le lui permettent.

Les stries et les moraines des anciens glaciers des Alpes et des Vosges ont été reconnues et constatées sur un grand nombre de points. Que serait devenu le troisième élément complémentaire, la boue? Nous la retrouvons sous forme de lehm dans la plaine du Rhin.

Cette grande vallée, lors de l'époque des anciens glaciers, avait déjà son relief actuel. La pente moyenne de Bâle à Mayence est très faible; la pente transversale du pied des Vosges au thalweg du Rhin, et de là au pied de la forêt Noire, est presque nulle; les ingénieurs considèrent cette ligne comme horizontale.

---

(1) Voy. *Note sur le delta de l'Aar*, par M. Ch. Martins. (*Bulletin de la Société géologique de France*, 2e sér., t. II, p. 120. — 1844.)

Cette plaine se trouvait ainsi dans les conditions les plus favorables pour que le dépôt des matières en suspension dans les eaux du fleuve s'y soit opéré tranquillement. Le Rhin, perdant à quelques lieues en amont de Bâle son régime torrentiel et ses fortes pentes, trouvait en Alsace une vaste nappe horizontale, légèrement inclinée au nord, où rien ne venait troubler le travail lent et continu du dépôt des sédiments glaciaires.

Nous ne considérons pas le lehm comme le résultat d'une débâcle momentanée, ni comme provenant de la période seule de fusion des anciens glaciers; nous le considérons comme le résultat d'une situation normale, particulière à l'époque tout entière pendant laquelle les anciens glaciers ont existé. Les débâcles et les fontes subites, si elles ont eu lieu, ont contribué pour leur part à l'accumulation du limon, mais néanmoins dans une faible proportion.

Le dépôt s'est opéré régulièrement; sa masse, son épaisseur, son étendue indiquent suffisamment que son existence n'est point due à une action passagère ni à un accident local, mais à un fait géologique ou climatologique considérable, qui a affecté la surface de la terre pendant une longue suite de siècles.

Opinion de M. A. Braun sur le lehm. — M. Alex. Braun, de Fribourg, qui a fait une étude approfondie de ce terrain, particulièrement sous le rapport des fossiles qu'il renferme, et que nous avons consulté pour savoir quelle était son opinion sur les rapports qui peuvent exister entre le lehm de la plaine et les anciennes moraines des montagnes, a bien voulu nous faire part de ses idées à ce sujet. M. A. Braun nous écrit :

« ..... Ce sujet est un de ceux qui demandent à être traités » avec la plus grande maturité. J'ai fait connaître à la réunion » de Mayence, en 1842, et dans l'Annuaire de Leonhard et » Bronn, mes principales observations sur les coquilles du ter- » rain diluvien de la vallée du Rhin. Je vous envoie un extrait » de ces travaux; vous y verrez qu'il est possible de rattacher la » formation du lehm aux moraines produites par les glaciers; » *toutes les coquilles recueillies dans le lehm indiquent, soit* » *une période de froid, soit une provenance des hautes ré-* » *gions.*

» L'existence d'ossements de pachydermes dans le même ter- » rain semble, il est vrai, en contradiction avec ce résultat; mais » une grande partie de ces ossements peut provenir des sque- » lettes de ces animaux morts à des époques antérieures. On » trouve dans le lehm les mêmes ossements de grands mammi-

» fères qui existent aussi dans la formation inférieure de sable » et de cailloux roulés, entres autres ceux du Mammouth. *Ele-* » *phas primigenius*, du *Rhinoceros tichorhinus ;* tandis que les » ossements trouvés dans le terrain de la plaine du Rhin appar- » tiennent le plus souvent au *Rhinoceros Merkii*, au *Cervus* » *euryceros*, et autres animaux analogues à ceux vivant actuel- » lement, tels que des Cerfs, des *Equus* (qu'on ne saurait dis- » tinguer des Chevaux actuels), des *Bos priscus* et *primigenius*, » dont le premier entièrement semblable au Bison d'Europe vi- » vant encore en Lithuanie.

» L'aspect des lieux où s'est déposé le lehm prouve que ce » dépôt s'est effectué dans une eau profonde. Malheureusement, » on manque encore, sous ce rapport, de mesures exactes et bien » coordonnées. Au Kaiserstuhl, le lehm se trouve à une hauteur » de 800 pieds au-dessus du niveau du Rhin, près de Vieux- » Brissac. Ce régime des eaux n'était pas dû à la présence d'un » lac comblant la vallée du Rhin, mais à une inondation qui a » pu être de longue durée, et qui devait évidemment provenir » de la fonte des grands glaciers diluviens. Ce qui le prouve, » c'est que le lehm est presque complétement dépourvu de co- » quilles lacustres et de restes de poissons.

» Les dépôts de tuf diluvien (notamment le grand dépôt tufacé » de Kannstadt), formé d'une quantité innombrable de couches » recouvertes de lehm, prouvent que l'inondation qui l'a déposé » à une si grande hauteur a été précédée d'une époque où les » eaux tranquilles ont joué un rôle beaucoup plus considérable » que dans les temps présents, et pendant laquelle vivaient des » animaux analogues pour la plupart à ceux qui vivent aujour- » d'hui dans la contrée. S'il s'en trouvait des espèces étrangères, » telles que des Éléphants et des Rhinocéros, il s'en trouvait aussi » d'autres, telles que des Chevaux, des Bœufs, des Cochons, des » Castors, des Souris. quelques espèces de Cerfs analogues à » ceux d'aujourd'hui. Cette époque a dû être celle pendant » laquelle ont pu se former successivement et se maintenir les » glaciers diluviens.

» Il me paraît indubitable que l'époque de la formation de ces » glaciers n'a pas entraîné la destruction totale de la nature orga- » nique, mais qu'elle n'a fait qu'y occasionner quelques change- » ments. Un fait qui vient à l'appui de cette manière de voir, » c'est qu'indépendamment des coquilles terrestres et des restes » de pachydermes du terrain diluvien, ce sont surtout les » débris de plantes fossiles qu'on trouve dans le dépôt de tuf de

Kannstadt, plantes que j'ai décrites dans l'ouvrage de M. Walchner (1), et parmi lesquelles il ne se trouve qu'une seule espèce de *Buxus* étrangère à la flore actuelle du Wurtemberg, » mais qui existe en abondance dans le Jura suisse.

» Il est hors de doute que la formation du lehm est en général » plus récente que les grands dépôts de sable et graviers de la » vallée du Rhin ; ce qui le prouve, c'est qu'à la sortie des vallées » latérales, quelquefois aussi dans le fond des vallées intérieures, » le lehm repose sur des couches de gravier et de sable identi- » ques avec celles de la plaine et plus ou moins bien stratifiées. Par » exemple, à Oos, près de Bade, à la jonction de la vallée de » l'Oos avec celle du Rhin, à la base de la colline formant le » coin de la partie basse de la vallée, au point où elle débouche » dans la plaine, se trouve une carrière de sable très intéres- » sante. Sa coupe verticale présente, à la partie inférieure, de » gros cailloux roulés, puis des couches de sable alternant avec » des lits de cailloux, ensuite une première couche de lehm avec » des coquilles, par-dessus une couche mince de cailloux avec des » ossements, puis finalement une couche de lehm de 30 à 40 » pieds de hauteur.

» Au reste, on ne peut pas tirer de conclusions tout à fait » rigoureuses sur l'âge relatif des formations de sable et » cailloux de la vallée du Rhin, parce qu'il s'en forme et s'en » transforme constamment, même par-dessus le dépôt de lehm.

» De même, il serait difficile de tracer la limite exacte entre » les cailloux, les sables diluviens et les formations analo- » gues; sur beaucoup de points, les profondeurs de la vallée du » Rhin sont comblées par des formations tertiaires : par exemple, » près de Bâle et aux environs de Strasbourg et de Haguenau. » Les dépôts tertiaires de sables et de cailloux roulés sont sur- » tout considérables dans la Bavière rhénane et dans la Hesse » rhénane, où ils forment des collines et des plateaux élevés, » comme à Eppelsheim, où M. Kaup a trouvé son *Dinotherium* » et tant d'autres débris d'animaux tertiaires. »

D'après tous ces faits, et surtout d'après les savantes recherches paléontologiques de M. Braun, dont sa lettre n'est qu'un court résumé, il paraît bien évident que l'origine du lehm est alpine, que son dépôt a eu lieu dans un milieu dont la tempéra-

(1) F.-A. Walchner, *Darstellung*, etc. Exposé des rapports géologiques des eaux minérales sourdant au bord septentrional de la forêt Noire, etc. Mannheim, 1843.

ture était inférieure à celle qui règne de nos jours, et qu'il est le résultat nécessaire de l'existence des anciens glaciers, par conséquent contemporain de l'établissement des moraines et de l'époque d'usure et de striage des roches.

Des stries et des roches polies. — A l'occasion de ces stries, nous ferons remarquer que la plupart des observateurs du nord de l'Europe et ceux de l'Amérique du Nord ont pris les stries pour point de départ des phénomènes quaternaires : les stries et les roches polies sont représentées comme étant le résultat d'un phénomène tout spécial qui aurait eu lieu *avant* le dépôt des terrains meubles quaternaires. Ils en ont jugé ainsi parce que les roches striées sont ordinairement couvertes de débris erratiques de toute nature, soit blocs, graviers ou sable. Cette superposition des débris meubles sur ces roches, qu'on rencontre à peu près partout où le phénomène a été observé, a fait penser aux géologues que les stries étaient plus anciennes que les dépôts qui leur sont superposés; on en a conclu qu'il y avait deux formations d'âge différent, et que les stries avaient précédé les blocs erratiques.

Dans les Alpes, dans les Vosges et dans le Jura, les conditions d'existence des stries se lient intimement à un autre phénomène, celui d'une période de transport qui s'est opéré dans le même temps. Dans ces contrées, les stries signalées sont évidemment d'origine glaciaire, et, ainsi que nous l'avons fait observer tout à l'heure, les effets simultanés et contemporains résultant de la présence des glaciers sont triples. Par le fait de leur existence, il y a nécessairement : 1° usure et striage des roches; 2° transport par une voie sèche de gros matériaux à une distance fixe et nettement déterminée; 3° transport par une voie humide de sédiments très fins à une grande distance de leur origine. Les stries ne peuvent donc pas se séparer chronologiquement d'une période de transport à double effet.

Partout où l'on a remarqué un système de stries, on a trouvé en même temps des accumulations de blocs erratiques, de moraines, etc., renfermées dans les limites d'activité des anciens glaciers. Puis, dans les plaines qui entourent les systèmes de montagnes à stries et à blocs erratiques, on trouve de grandes et vastes nappes de terrain limoneux qui porte différents noms, suivant les contrées où le phénomène a été observé, nappes placées constamment à la partie supérieure des formations quaternaires.

Ces trois effets, *stries*, *moraines* et *limon*, sont donc liés les uns aux autres; ils sont contemporains, ils sont une conséquence

essaire des propriétés que possèdent tous les anciens glaciers. théorie, partout où un seul de ces phénomènes se rencontre, deux autres doivent exister ; dans la pratique, de nombreuses eptions se font remarquer, particulièrement dans les contrées orales sujettes à des abaissements et à des soulèvements sucsifs du sol. Ces abaissements, en émergeant les débris glaires, en les remaniant, en les associant à des coquilles et à utres produits marins, en ont rendu l'observation très diffi- ; mais les stries ont résisté à ces révolutions locales : on les rouve intactes, comme des témoins irrécusables de l'action ciaire.

Des observations précédentes, nous nous croyons autorisé à iclure, que les deux formations quaternaires du bassin du in :

. La formation inférieure, ou formation erratique de M. d'Arac,

I. La formation supérieure, ou lehm ;

respondent chronologiquement à :

I. La formation inférieure des montagnes ;

II. A l'époque de l'établissement des moraines, ou terrain ciaire ;

Que le lehm est le résultat d'un dépôt glaciaire provenant de boue des anciens glaciers transportée au loin par les cours d'eau ;

Que la présence des coquilles fluviatiles et terrestres trouvées ns le lehm par M. A. Braun confirme cette manière de voir ;

Que dans les Vosges, les tourbières et les lits de déjection ints marquent le commencement de la période moderne ;

Que les stries, les blocs erratiques et le lehm sont le résultat n seul et même phénomène, et ne peuvent se séparer chro- ogiquement.

M. Élie de Beaumont fait remarquer que le lehm de la vallée Rhin, qui n'est autre chose que le löss, est complète- nt analogue, par sa manière d'être, avec celui de la vallée la Seine, tel qu'on l'observe à Meudon et à Bougival, par emple ; il existe, en outre, dans toutes les vallées de la ance septentrionale, dans celle de la Dive (département du lvados), par exemple : là il repose sur un terrain erratique

strié; alors, s'il est dû à une origine glaciaire, il ne pourrait provenir que des glaciers du Perche.

M. Boubée fait remarquer, à son tour, que le *löss* de la vallée de la Garonne renferme les coquilles qui vivent dans les Pyrénées, circonstance incompatible avec l'origine glaciaire du *löss*; de plus, la vallée de la Garonne, comme celle du Rhin, est à plusieurs étages : le glacier devait donc être détruit avant le dépôt du *löss* qui occupe le fond de la vallée. Ainsi la position géologique du *löss* et les coquilles qu'il renferme excluent son origine glaciaire.

M. le Président, annonçant qu'avant la prochaine séance le Conseil doit s'occuper de déterminer le lieu de la réunion extraordinaire de 1849, invite les membres à présenter leurs observations à ce sujet.

M. Boubée propose de se réunir à Paris ou à Versailles, dans le but spécial d'étudier tout ce qui se rattache à la question du terrain pisolithique. M. Bourjot pense qu'à Cognac la Société aurait un point intéressant à étudier. M. Coquand propose les environs de Villefranche (Aveyron).

Séance du 21 *mai* 1849.

PRÉSIDENCE DE M. D'ARCHIAC.

M. Bayle donne lecture du procès-verbal, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce ensuite une présentation.

M. le Président annonce à la Société que le Conseil, appelé à délibérer sur le choix du lieu de la prochaine réunion extraordinaire de la Société, n'a voulu prendre aucun parti avant d'avoir encore une fois consulté la Société.

On a proposé de se réunir, soit dans l'Aveyron, soit à Angoulême, ou à Versailles, ou enfin à Epernay.

Une discussion s'engage entre les membres de la Société sur cette délibération du Conseil; la Société semble pencher pour

Épernay, et ajourne à la prochaine séance la solution de cette question.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Saint-Ange de Boissy, *Description des coquilles fossiles du calcaire lacustre de Rilly-la-Montagne, près Reims* (communiqué à la Soc. géolog. le 16 nov. 1846); in-4, 24 p., 2 pl. Paris, 1849; chez P. Bertrand.

De la part de M. de la Bèche, *Address*, etc. (Discours prononcé à la réunion anniversaire de la Société géologique de Londres, du 16 février 1849); in-8, 100 p. Londres, 1849; chez Richard and John E. Taylor.

De la part de M. Beaux-Wascheul, *Féodalisme et socialisme. — Ni M. Thiers ni M. Proudhon;* in-8, 16 p. Paris, 1849; chez Garnier frères.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences; 1848, 2e semestre, t. XXVII, table des matières; 1849, 1er semestre, t. XXVIII, nos 19 et 20.

L'Institut; 1849, no 802.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée; no 8, avril 1849.

Bulletin de la Société de géographie; 3e série, t. XI, nos 61, 62, janvier et février 1849.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; no 105.

The Athenæum; 1849, nos 1124 et 1125.

Württembergische, etc. (Brochures annuelles de la Société d'histoire naturelle de Wurtemberg); 4e année, 1848, 2e cah.

Correspondenzblatt, etc. (Feuille de correspondance de la Société royale d'agriculture de Wurtemberg); nouv. série, 1848, vol. XXXIV, t. II, cah. 2 et 3.

Proceedings, etc. (Bulletins de l'Académie des sciences naturelles de Philadelphie); vol. IV, 1848, no 6; 1849, no 7.

The Journal of the Indian archipelago and eastern Asia; supplément au no 6 du vol. I; nos 3, 4, 7 à 12 du vol. II; mars, avril, juillet à décembre 1848.

De la part de M. Bernhard Cotta, *Carte géognostique de la Thuringe*, 1844, 1846, 1847; 4 feuilles colombier. Librairie d'Arnold, à Dresde et à Leipzig.

M. le Président lit une lettre de M. Cotta, qui offre à la Société géologique sa *Carte géognostique de la Thuringe*, en 4 f. (voir ci-dessus, à la liste des dons), et promet de lui envoyer plus tard la carte d'ensemble accompagnée d'un texte explicatif.

La Société vote des remercîments à M. Cotta.

M. Coquand donne lecture, de la part de l'auteur, de la note suivante :

Aperçus sur diverses questions géologiques, par M. Fournet, professeur à la Faculté des sciences de Lyon.

Mes notices précédentes contiennent déjà plusieurs détails sur les filons et sur les roches plutoniques ou plutonisées; mais, loin de regarder ces sujets comme épuisés, j'ai, au contraire, fixé constamment mon attention sur les problèmes qu'ils présentent, pour ainsi dire, à chaque pas. Divers voyages m'ont même permis d'étendre les anciens aperçus à cet égard, et ce sont ces nouveaux résultats dont je vais faire part à la Société, en rappelant toutefois aussi brièvement que possible l'état antérieur des questions. Comme d'ailleurs il ne s'agit pas ici d'un historique complet de la science, mais simplement du produit de mes recherches, je laisserai à qui de droit le soin de réclamer les priorités auxquelles il croira pouvoir prétendre.

A. Depuis longtemps j'ai distingué dans les environs de Lyon deux systèmes de roches granitoïdes : l'un comprend ce que j'appellerai le vrai granite, avec tous ses accidents de cristallisation, désignés sous les noms de pegmatite, de granulite, de leptynite ; l'autre embrasse la série des roches syénitiques, avec la répétition de mêmes accidents.

La délimitation entre les deux systèmes est établie par une ligne dirigée du S.-O. au N.-E., et menée des environs de Saint-Galmier, sur la Loire, à Lozanne, sur la Saône. Tout l'espace placé au S.-E. de cette ligne est occupé par les vrais granites, et la région N.-O. est le siége des roches syénitiques. Ainsi les massifs du Pilat, d'Izeron, les bas plateaux lyonnais et viennois montrent presque partout des saillies granitiques perçant au travers des gneiss et des micaschistes, tandis que les montagnes de Montrottier, Villechenève, Bully, Chessy, Vaux, Romanèche, Vaux-Renard offrent de vastes amas syénitiques qui ont disloqué les terrains ardoisiers et carbonifères plus ou moins modifiés, ainsi qu'on le verra par la suite.

C'est sur ces syénites que je dois particulièrement fixer l'attention en ce moment, parce qu'elles m'ont présenté les plus grandes difficultés à cause de leur variabilité.

En effet, ces roches, caractérisées spécialement par la présence de l'amphibole, sont sujettes à une oblitération en vertu de laquelle cet élément fondamental s'efface, de telle sorte qu'il ne reste autre chose qu'un ensemble essentiellement granitique; on se trouve alors dans l'embarras de savoir si l'on a sous les yeux un granite proprement dit ou bien une syénite. Il est d'ailleurs bien entendu que cette difficulté est purement géologique; car, minéralogiquement parlant, une roche granitoïde sans amphibole est un granite, de même qu'un granite avec amphibole est une syénite. Mais il n'en est plus ainsi sous le point de vue géologique : un ensemble syénitique, quelles que soient ses variations quant à l'amphibole, doit rester syénitique, de même qu'une assise de calcaire carbonifère demeure dans son rang malgré les différences qui peuvent exister entre son état saccharoïde ou son état compacte.

Les associations et les passages peuvent donc seuls permettre d'établir des rapprochements entre les diverses masses dites syénitiques, et c'est de cette manière que j'ai cherché à envisager la question. Pour cela j'ai étudié d'abord les roches qui s'étendent de Sainte-Foy-l'Argentière à Villechenève, et là, sans qu'aucune solution de continuité ait pu me permettre de croire à l'intercalation de masses étrangères, j'ai vu sur un point surgir le caractère fondamental fourni par la présence de l'amphibole, et un peu plus loin celui qui dérive de son absence. De même, dans la vallée de la Turdine, les syénites qui occupent la majeure partie de l'espace compris entre Saint-Forgues, Bully et Pont-Charra sont souvent amphiboliques, et quelquefois privées de ce minerai; les roches de Chessy sont encore dans le même cas. Cependant, dans toute cette partie S.-O. du pays, l'amphibole manque assez rarement pour qu'il n'y ait pas lieu à hésiter à l'égard de la classification géologique de l'ensemble; mais il n'en est plus de même dans la partie du Beaujolais occupée par les territoires de Saint-Etienne-de-Vaux, de Vaux, de Brouilly, de Romanèche et de Vaux-Renard. Ici l'amphibole manque si souvent, que l'on est tenté de ne voir dans cet espace autre chose qu'un véritable granite. Mais ce granite diffère essentiellement de celui de la région S.-E., tandis que ses caractères minéralogiques, abstraction faite de l'amphibole, le rapprochent très souvent de la syénite la mieux caractérisée de

Chessy. J'ai donc longtemps hésité à l'égard du rang à assigner à ce granite spécial, jugeant toutefois à propos de le regarder comme plus moderne que le granite du S.-E., associé aux gneiss et aux micaschistes, et en cela je me basais sur ses relations avec les roches de transition carbonifères ou autres. Ce n'est que tout récemment, et à la suite des plus minutieuses perquisitions, qu'il m'a été possible de découvrir l'amphibole auprès de Blacet, à Régnié, et sur le chemin de Romanèche à Vaux-Renard. Ici, entre autres, au milieu d'un granite bien caractérisé, minéralogiquement parlant, j'ai découvert des sphéroïdes moins désagrégés que la masse ambiante, et dans lesquels apparaissent des cristaux d'amphibole. Dès ce moment mes incertitudes ont été levées, et j'ai pu, sans crainte d'erreur, classer tout cet ensemble parmi les syénites, en faisant observer cependant que les roches beaujolaises diffèrent des roches de la partie S.-O., en ce sens qu'ici l'oblitération qui conduit à l'état granitique est en quelque sorte exceptionnelle, tandis qu'elle est, pour ainsi dire, normale dans les autres.

En jetant actuellement un coup d'œil plus général sur la distribution géographique de ces roches syénitiques, telles qu'elles viennent d'être définies, nous les retrouverons autour de Château-Neuf, près de Chaussailles, dans le Charolais, et de Saulieu, dans le Morvan. Puis, après une longue interruption, provoquée par la présence des terrains carbonifères, houillers et secondaires, on les voit surgir de nouveau dans les Vosges, autour du ballon de Giromagny, du Champ-du-Feu et de Jœgerthal. Ici encore des granites particuliers accompagnent les syénites, et j'ai déjà eu occasion de faire ressortir leurs caractères spéciaux, dérivant, soit de la présence du fer oxydulé, soit de celle d'un quartz coloré en rouge de vin. A la vérité, l'absence de l'amphibole m'avait fait séparer ces granites exceptionnels d'Andlau et de Jœgerthal d'avec les syénites voisines; mais des études plus récentes dont mon collègue, M. Daubrée, a bien voulu me faire part, l'ont conduit à établir, de son côté, des raccordements du même genre que ceux dont je viens de poser les bases à l'égard de nos syénites lyonnaises, et je m'empresse de rendre ici justice à ses excellentes observations. Cependant il n'en restera pas moins établi qu'il existe dans la même chaîne des Vosges un vrai granite qui, autour de Sainte-Marie-aux-Mines, par exemple, ne peut pas plus être raccordé avec les syénites que le granite de Lyon ne peut être rattaché à la syénite de Villechenève, et par conséquent il y aura toujours lieu à

conserver le cadre général de mes classifications pour les roches de ces montagnes.

B. Passons maintenant à des considérations d'un autre ordre. M. Élie de Beaumont a émis récemment l'opinion que la minette n'est autre chose qu'une monstruosité du granite. Elle serait analogue à ces cas de tératologie rocheuse qui ont donné naissance aux pegmatites, aux granulites et aux leptynites. Cette opinion ne me paraît soutenable en aucune manière. En effet, déjà depuis longtemps j'ai eu occasion d'établir que la minette des Alpes est à peu près aussi récente que la serpentine, si toutefois encore elle n'est pas plus moderne. L'observation sur laquelle je m'appuyais était à la vérité, jusqu'à un certain point, contestable : aussi j'espère que l'on accueillera avec plus de faveur les suivantes, qui me paraissent de nature à ne rien laisser à désirer.

Dans nos pays, où la minette abonde, on la voit très rarement traverser le vrai granite; par contre, toutes les autres monstruosités du granite apparaissent, pour ainsi dire, à chaque pas dans ce système. Il devait donc déjà paraître singulier de voir le granite montrer en quelque sorte une véritable répulsion pour un de ses accidents tératologiques; et évidemment le caractère d'association qui m'a si bien servi pour simplifier la théorie jusqu'alors si confuse de toutes les roches susnommées se trouvait en contradiction flagrante avec l'opinion de M. Élie de Beaumont au sujet de la minette.

Si la minette manque dans le granite, ses filons abondent, au contraire, dans la région syénitique; il aurait donc été bien plus naturel de la regarder comme associée à ces roches amphiboliques, si cette conclusion n'eût demandé des preuves plus positives pour être acceptable; j'ai donc attendu qu'une occasion plus heureuse me permît de lever toutes les incertitudes.

Or j'avais trouvé au milieu des syénites de nombreux filons du porphyre quartzifère placés quelquefois auprès de ceux de la minette; mais jamais il ne s'était présenté un cas d'entrecroisement qui pût me permettre de me prononcer dans un sens quelconque. C'est seulement dans ma dernière excursion à Vaux-Renard que j'ai eu le bonheur de faire la rencontre d'une triple intersection de nature à décider irrévocablement la question. En effet, près du sommet de la montée qui mène de Romanèche à ce dernier village, on voit quelques puissants filons de porphyres quartzifères qui traversent le système syénitique, et l'un d'eux est traversé à son tour par un filon de minette. Ainsi

donc cette dernière roche est plus récente que l'une et l'autre des masses encaissantes, et dès lors il n'y a plus possibilité de la regarder comme un cas de monstruosité du granite.

Avant de passer à un autre sujet, qu'il me soit encore permis de rappeler qu'il ne faut pas confondre ces minettes éruptives avec certains porphyres quartzifères endomorphiques, ni avec certains granites exomorphiques, qui prennent la même apparence le long de leurs plans de contact avec les micaschistes ou avec les filons métallifères. J'ai rencontré des exemples de l'un et de l'autre cas, soit auprès de Pranal, en Auvergne, soit dans les environs de Villefranche de Rouergue.

C. Les mélaphyres m'ont offert un sujet d'études bien autrement important que les roches précédentes, à cause des théories auxquelles elles ont servi de base. Ces roches, regardées comme éruptives jusqu'à l'époque de mon voyage en Tyrol, en 1845, ont été, dès ce moment, divisées en deux classes, savoir: les mélaphyres éruptifs, qui ne sont autre chose que des basaltes, et les mélaphyres proprement dits, qui sont des produits métamorphiques. Les premiers sont principalement concentrés dans un espace assez restreint de la région orientale des Alpes, à partir de la vallée de l'Adige, tandis que les seconds occupent un champ beaucoup plus étendu, puisqu'on les retrouve échelonnés sur divers points, depuis la vallée de Fassa jusqu'auprès du lac Majeur.

Cette distinction n'a pas été acceptée par tous les géologues. L'énoncé de mes propositions porta même M. de Collegno à témoigner une sorte de regret au sujet des doutes que je venais imprudemment jeter sur les idées accréditées jusqu'alors. Aussi, pour lui donner satisfaction pleine et entière, je n'hésitai pas à retourner, en 1847, sur les lieux rendus classiques par les descriptions de MM. de Buch et Élie de Beaumont, et cette fois, stimulé par le besoin de la défense, je fus encore plus heureux qu'auparavant. En effet, il est résulté de mes nouvelles perquisitions la découverte de passages très clairs de grauwackes et de schistes de transition (probablement carbonifères) aux mélaphyres métamorphiques. Par exemple, dans le val Gana il suffit de suivre certains lambeaux de ces roches, depuis le pied des montagnes jusque vers le sommet, pour les voir reprendre graduellement leur état normal. Bien plus, dans le val Brinzio, là où les deux savants précédents ont discuté ensemble pour savoir de quelle nature devait être une roche que l'un d'eux regardait comme mélaphyre, et l'autre comme une modification du por-

phyre quartzifère, il m'a suffi de m'écarter quelque peu du point en litige pour retrouver le terrain de transition, grès et schiste, que je regarde comme la base du mélaphyre, et la roche porphyroïde, objet de la discussion, m'est apparue comme un simple résultat d'endomorphisme.

Il est presque inutile d'ajouter maintenant que ces terrains de transition ont été méconnus par les deux savants dont je combats les opinions; leurs écrits, si largement vulgarisés, me dispensent d'établir ce fait; mais on me permettra de faire observer que, s'ils eussent eu connaissance de leur présence, ils seraient probablement arrivés aux mêmes conclusions que moi, et qu'ensuite de cela ils auraient modifié complétement leurs théories. En tous cas, il me sera permis, à l'avenir, de généraliser ces observations en mettant ces schistes et ces grauwackes de transition en rapport avec les conglomérats de Valorsine et avec les masses anthraxifères des environs d'Allevard et de la Mure.

Au surplus, déjà antérieurement j'avais porté mes pas dans les Vosges, où il est si facile de trouver les passages entre les roches de transition et les mélaphyres. Il suffira même à tout homme non soumis à l'influence d'idées préconçues d'aller visiter les environs de Framont, de Thann et de Giromagny pour se convaincre de la réalité de mes assertions. Et, il faut le dire, mon collègue, M. Jourdan, qui a exploré après moi la station de Plancher-les-Mines, y a trouvé un *Productus*, ainsi que d'autres fossiles enchâssés dans des grès à demi feldspathisés, appartenant à l'étage carbonifère. Que faut-il de plus pour convaincre les plus incrédules?

Tous ces faits, pour le rappeler en passant, n'étaient pour moi que la confirmation pure et simple de tout ce que j'avais observé depuis longtemps dans les montagnes lyonnaises; seulement je n'avais pas jusqu'alors soupçonné la possibilité de confondre des masses éruptives avec des masses aussi évidemment métamorphiques, et de là les embarras que j'éprouvais à la lecture de tout ce qui avait été publié antérieurement sur le même sujet.

D. Dans les régions N.-O. des montagnes lyonnaises, l'ensemble syénitique est traversé ou longé par de nombreuses et puissantes masses de porphyre quartzifère. Il suffit de citer les stations du Torvéon, de la Roche-Folle, de la Roche-Guillon, de la Folletière, des Molières, de Tarare, de Villechenève, de Pilerat, de Montrottier pour donner une idée de l'extension de ces porphyres placés du milieu ou à côté des syénites.

L'un et l'autre de ces systèmes éruptifs ont disloqué le terrain de transition et le carbonifère, si clairement établi par les études de mon collègue, M. Jourdan. Il en est résulté un double contact. Là où les écailles du dépôt sédimentaire reposent sur les porphyres, elles ont été généralement converties en mélaphyres, qui sont souvent de la plus grande perfection cristalline, et les beaux porphyres noirs des Vosges ont souvent pour rivaux ceux de la haute Azergue. Cependant, dans la partie moyenne de cette vallée, ils tendent à passer à un porphyre à grain fin, caractérisé par une multitude de petits cristaux feldspathiques disséminés dans une pâte verte d'apparence chloriteuse; mais cette modification, due à la nature particulière des schistes plus essentiellement ardoisiers, ne change en rien les conditions générales de ce métamorphisme.

Si au contraire le terrain de transition gît sur le système syénitique, alors, abstraction faite des roches de confusion, il peut prendre la physionomie d'une diorite non moins bien caractérisée dans son genre que le mélaphyre l'est dans le sien. C'est ce dont on peut voir, entre autres, un bel exemple dans la grande nappe de grauwacke à grain fin qui, dans le bassin de la Mauvaise, à l'O. de Vaux-Renard, plonge depuis la crête de la montagne des Eguillettes jusque dans le fond du vallon de Changis. Rarement j'ai vu une diorite métamorphique aussi pure et dont les éléments soient aussi bien séparés; et cependant on retrouve encore çà et là, dans cette masse, des parties qui affectent plus spécialement les caractères du mélaphyre. En outre, la même nappe qui est devenue dioritique sous l'influence de la syénite paraît devenir mélaphyrique sur le porphyre voisin.

De la comparaison attentive de ces phénomènes j'ai dû tirer la conclusion qu'un métamorphisme d'un degré d'intensité déterminé peut opérer une cristallisation feldspathique au milieu d'une pâte noire, et par conséquent donner lieu à la formation d'un mélaphyre. Mais si le métamorphisme est plus intime, alors la partie noire cristallise à son tour en hornblende, laquelle oblitère plus ou moins le feldspath; on a donc, dans ce cas, une diorite, c'est-à-dire une pâte blanche riche en cristaux amphiboliques.

Ces différences s'expliquent d'ailleurs assez naturellement si l'on admet, d'après M. Rose, la nécessité d'une température soutenue dans la production de l'amphibole; en effet, la syénite, en raison de sa masse, et mieux encore en vertu de sa plus grande somme de chaleur initiale, due à sa plus grande an-

cienneté, s'est trouvée plus spécialement apte à fournir le calorique nécessaire au développement amphibolique.

Pour terminer, je rappellerai que les résultats sus-mentionnés sont, en quelque sorte, l'extension sur une grande échelle de mes anciennes observations sur la conversion des schistes argileux et des grès de transition en amphibolites et en roches feldspathisées. Je pourrais d'ailleurs faire voir que ces phénomènes sont beaucoup plus généraux qu'on ne le suppose ordinairement; mais la crainte d'allonger indéfiniment ces aperçus me détermine à renvoyer ces détails à une autre occasion.

E. Pour compléter ces études sur les roches porphyroïdes métamorphiques, j'ai dû étudier avec la même attention l'influence des serpentines sur les terrains sédimentaires. Pour cela j'ai poussé mes investigations sur les lignes de contact de ces roches dans la Toscane et à l'île d'Elbe.

On sait que ces contrées sont pourvues d'énormes masses serpentineuses qui ont disloqué entre autres les albérèses jurassiques et leurs schistes. Sous leur influence, comme M. Savi l'a déjà depuis longtemps démontré, les calcaires ont très souvent donné naissance à des *mischio* ou marbres roses et blancs, rubanés de serpentines, et de la plus remarquable beauté. D'un autre côté, on peut dire qu'en général les schistes ont été calcinés de manière à produire des espèces de thermantides, des porcellanites ou des jaspes désignés sous le nom de *galestri*.

Si l'on se rapproche davantage du plan de contact avec les grandes masses de serpentine, les schistes deviennent plus rudes et plus cristallins; on a alors habituellement des spilites ou *gabbro* rouges souvent chargés de nodules amygdalins, de manière à affecter l'aspect des variolites de la Durance.

Enfin, sur le plan même du contact, la roche sédimentaire se trouve façonnée en prismes imparfaits, ou en gros sphéroïdes enlacés de toutes parts par la serpentine. Les sphéroïdes affectent d'ailleurs une couleur verte; quand ils n'ont pas été brunis par suite de l'action atmosphérique, ils se chargent, en outre, de cristaux feldspathiques, et l'on a de véritables prasophyres ou porphyres verts d'une netteté comparable à celle des mélaphyres les mieux développés. Si d'ailleurs une lame de ces schistes se trouve noyée dans la serpentine, de manière à prendre la fausse apparence d'un filon, on peut avoir sous les yeux des porphyres qui semblent couper la serpentine.

Dans tous les cas, ces prasophyres diffèrent des serpentines enveloppantes par le défaut d'onctuosité, par la rudesse de leur

texture, et par leur teinte verte plus foncée. En général, cette pâte n'est pas d'une dureté extrême, et je ne lui ai point vu égaler celle des porphyres verts antiques. C'est donc probablement ailleurs que sur la zone de contact des serpentines et du terrain jurassique toscan que les Romains trouvaient une partie de ces beaux porphyres verts dont ils enrichissaient leurs habitations.

Ces phénomènes peuvent être étudiés dans toutes leurs gradations et avec toutes leurs variations sur le chemin qui mène du golfe de Porto-Ferrajo à Rio, en passant par le rocher Volterrajo. Mais on a des occasions encore plus nombreuses de les observer sur toute la périphérie de la vaste calotte sédimentaire et morcelée de mille manières qui s'étend depuis le Monte-Nero, près de Livourne, jusqu'au delà de Monte-Verdi, en passant par le Romito, Ferriccio, Castellino, Miémo, Monte-Catini et Monte-Rufoli. Avant de quitter ce sujet, je ferai encore observer que je ne confonds pas avec les jaspes en question les schistes plus ou moins siliceux qui se trouvent intercalés naturellement et sans métamorphisme au milieu de l'ensemble jurassique; ceux-ci diffèrent complétement des autres par leur aspect général comme par leurs diverses propriétés physiques.

En résumé, la structure porphyroïde peut être affectée par les roches sédimentaires en présence des syénites ou de leurs granites spéciaux, des porphyres quartzifères et des serpentines. Cette structure se décèle d'ailleurs, soit par le développement de cristaux feldspathiques dans une pâte noire ou verte, soit par le développement de cristaux amphiboliques dans une pâte blanche silicatée que l'on a coutume d'appeler feldspathique.

F. De la structure porphyroïde à la structure amygdaloïde il n'y a qu'un pas, car rien n'est plus ordinaire que certains groupements cristallins disposés en sphéroïdes. Ainsi les pyrites, le cuivre carbonaté, la baryte sulfatée, etc., forment souvent à eux seuls des rognons à structure radiée. Dans cet arrangement, il peut arriver que la matière encaissante se marie à celle du globule, soit par zones concentriques, soit par alternances de rayons, et l'on a des exemples de ces divers cas dans les variolites de la Durance, dans les diorites orbiculaires, dans les assortiments en forme de cocardes de la yénite, de l'amphibole et de la pyrite cuivreuse de Campiglia.

Ce dernier cas a été distingué par les anciens géologues sous le nom spécial d'amygdaloïdes à noyaux contemporains; parce qu'en effet il est impossible de séparer ici par la pensée l'époque

de la formation du nœud d'avec celle de la masse ambiante, les mêmes éléments minéralogiques se retrouvant de part et d'autre.

A côté des amygdaloïdes à noyaux contemporains il s'en range d'autres désignés sous le titre d'amygdaloïdes à noyaux d'origine postérieure, et entre les deux viennent se placer les noyaux d'origine douteuse.

Les noyaux étaient considérés par les anciens géologues comme étant d'origine postérieure, quand leur nature diffère de celle de la pâte ambiante, et, en thèse générale, rien n'empêche d'adopter cette manière de voir; mais il n'en est pas ainsi dans divers cas particuliers. On conçoit même, *à priori*, qu'une matière sans affinité par rapport à une gangue donnée, ou soumise à l'action d'affinités prépondérantes, doit se séparer de cette même gangue sous la forme de cristaux ou de globules toutes les fois que la cristallisation interviendra avec son influence séparative. C'est pour les magmas ignés un effet analogue à celui qui a lieu entre les sels et les eaux mères, quand il s'agit des dissolutions aqueuses. On comprend donc que diverses substances, telles que du carbonate de chaux ou même de la silice en excès dans un magma silicaté, peuvent se distribuer dans ce même magma sous la forme de globules qui, d'après les principes des anciens, devraient être considérés comme étant des amygdaloïdes d'origine postérieure, tandis que, par le fait, ils sont contemporains de la formation de la roche, et la conséquence directe de sa cristallisation.

On est ainsi amené à concevoir que les agates des spilites d'Oberstein, des porphyres serpentineux de la Toscane, etc., etc., peuvent avoir une origine ignée, et c'est de cette manière que j'ai été amené à envisager les faits par mes études de ces diverses roches amygdaloïdes. Cependant ma théorie n'a pas obtenu l'assentiment unanime, et je vois, entre autres, M. Élie de Beaumont mettre en avant les géodes du calcaire siliceux de Champigny, près Paris, ainsi que celles qu'offrent assez fréquemment les silex de la craie tufeau, près de Rouen et du Havre. « Si les géodes d'agate et de quartz des amygdaloïdes » provenaient, dit-il, des portions de silice qui auraient été en » fusion en même temps que la roche qui les renferme, on con- » cevrait difficilement pourquoi ces géodes se trouvent à peu » près uniquement dans les roches ayant pour base un feldspath » avec excès de ces bases. Si l'on admet, au contraire, que ces » géodes ont été formées par infiltration, on conçoit aisément » l'origine du quartz en remarquant que les roches basiques ont

» été plus susceptibles que les roches sursaturées de silice d'être » décomposées par des eaux ou des vapeurs acides, et que, » quoique moins riches en silice, elles en ont fourni plus facile- » ment. »

Mais qu'ai-je dit? N'ai-je pas fait intervenir, comme M. Élie de Beaumont, le rôle de la vapeur d'eau et de l'acide carbonique dans la formation des agates? Seulement, et c'est en ceci que je diffère de ce savant géologue, j'ai regardé ces agents comme inhérents à la pâte qui devait donner naissance à l'amygdaloïde, à peu près comme certains gaz sont inhérents aux laves. La présence de ces gaz a contribué à faciliter la séparation de l'excès de silice d'une manière immédiate, et non pas par pénétration postérieure; elle a déterminé la formation des zéolites et des carbonates inséparables de ces agates. Ce qui m'a d'ailleurs déterminé à considérer les phénomènes de cette manière plutôt que dans le sens de M. Élie de Beaumont, ce sont ces effets d'étirement, de déchirement et de brouillage dont il ne tient pas compte. Je dirai donc que j'ai vu les agates du Havre comme celles d'Oberstein, et que c'est précisément pour avoir été à même de faire la comparaison qu'il ne m'est pas permis de croire à l'identité des causes, malgré l'analogie des résultats. Enfin, pour terminer, je poserai la question de savoir si mon honorable adversaire regarde les nodules agatiformes de la craie comme le produit d'une séparation contemporaine de la consolidation du dépôt sédimentaire, ou bien comme celui d'une infiltration subséquente dans des cavernosités demeurées vides pendant un temps plus ou moins long après cette même consolidation.

Si, comme je suis porté à le croire, c'est le premier de ces cas qui est adopté, alors je ne vois pas pourquoi je ne serais pas libre d'appliquer cette donnée aux roches plutoniques et de considérer leurs amygdales comme des produits contemporains. Si au contraire les agates crétacées du Havre ont déclarées devoir être des produits d'infiltrations postérieures, je demanderai, comme pour les agates d'Oberstein, qu'on me montre les voies par lesquelles les eaux ou les vapeurs acides ont fait pénétrer jusque dans les cavités de si grandes masses de silice sans laisser des traces de leur passage par les fissures et par les pores de la roche.

En résumé, et jusqu'à preuve définitive du contraire, j'assimilerai les amygdaloïdes d'Oberstein aux autres amygdaloïdes à noyaux d'origine contemporaine, parce que je suis conduit à ce

rapprochement par des considérations variées, et parce que, encore jusqu'à présent, je ne vois pas en quoi les silex agatiformes du Havre, contemporains de la craie tufeau, seraient contraires à une théorie d'après laquelle la formation des agates serait contemporaine de la pâte dite spilitique qui les englobe.

G. On sait que les géologues sont divisés à l'égard de l'origine des filons métallifères. Les uns les regardent comme étant le produit de sources minérales incrustantes; les autres veulent y voir le résultat d'un dépôt de matières sublimées; enfin il en est qui admettent que leur formation est le résultat de l'injection d'une masse fondue, et en cela ils assimilent ces gîtes aux autres roches éruptives. Par suite de mon éducation wernérienne, j'ai été partisan du premier système, jusqu'à ce qu'enfin la vue d'un grand nombre de ces masses m'ait converti pleinement à la théorie de l'injection. Je n'entreprendrai d'ailleurs pas de revenir ici sur la série déjà si nombreuse des considérations qui ont déterminé en moi cette transformation radicale; il suffit, pour ce qui va suivre, d'avoir rappelé le fait et de constater en outre que si je n'ai pas encore opéré la conversion des autres géologues, il y a du moins tendance à la formation d'une théorie mixte. D'après celle-ci, on accorderait un certain nombre de filons évidemment d'injection, et ce seraient les plus anciens; d'autres seraient le produit de vapeurs métalliques; enfin les sources minérales contemporaines deviennent le dernier terme de cette série.

Cet enchaînement a quelque chose de séduisant au premier aspect, surtout quand on le maintient dans la sphère des idéalités, ainsi que vient de le faire avec tant d'habileté le savant académicien, M. Élie de Beaumont. Mais aussi il s'agit dès ce moment de descendre de ces hautes régions de la science pour faire l'application de ces vues profondes à ce qui a lieu dans la nature. Il s'agit de découvrir, dans les détails de la structure des filons, les preuves de leur origine par ces moyens pris séparément ou réunis; pour cela, il faudra descendre dans les mines, comme je l'ai fait depuis vingt-sept ans, et quand on m'aura édifié par des faits palpables, alors j'accepterai avec empressement une nouvelle transformation dans mes idées. Encore, je ne prétends pas qu'on ne trouvera pas çà et là dans quelque géode des traces de vaporisation, car, comme je l'ai déjà énoncé, qui dit fusion, dit vaporisation; mais la question sera de savoir si l'ensemble d'un filon métallifère donné devra

être considéré comme un résultat d'injection ou de vaporisation, et c'est là où j'attends mes adversaires. Provisoirement, je me contenterai de faire ressortir une première série d'aperçus de nature à bien mettre en garde les géologues et les mineurs.

Personne n'ignore que M. Burat est partisan de la formation de certains filons par voie de sublimation, et qu'en cela il partage les vues du savant professeur du collége de France. Or, si j'ouvre le volume intitulé *Théorie des gîtes métallifères*, je trouve à la page 219, pour le filon de cuivre du Monte-Catini, les lignes suivantes : « Suivant toute probabilité, les minerais sont postérieurs aux serpentines et proviennent d'émanations qui ont eu lieu à travers des *évents* (fractures) ainsi préparés. L'effet des émanations métallifères a été de concentrer des masses de minerai principalement suivant les plans du toit et du mur, de pénétrer les serpentines friables de particules qui, obéissant aux lois de l'affinité, se sont le plus ordinairement réunies en noyaux globuliformes et lenticulaires. »

Plus loin, pag. 224 : « La structure du gîte de Rocca-Tederighi, en forme d'un faisceau de veines qui tantôt pénètrent dans les gabbros, et tantôt restent dans les masses serpentineuses, lui fait supposer d'abord des dislocations ou des effets de retrait dans les roches du toit et du mur. Les minerais auraient ensuite pénétré dans ces vides par une action lente et prolongée. Mais, comme ces mêmes minerais sont concentrés en nodules, il admet que cette disposition est due à une espèce de répulsion pour les gangues, répulsion comparable aux phénomènes de capillarité qui déterminent, par exemple, cette même disposition en globules isolés pour du mercure qu'on sublime à travers de la tournure de fonte. »

Ces citations presque textuelles ne laisseront guère de doute sur la nature spéciale des idées de M. Burat au sujet du mode de formation des minerais de cuivre pyriteux, panaché et sulfuré qui forment la masse essentielle de ces gîtes. Cependant, quand il s'agit des gîtes amphiboliques et syénitiques du Campigliese, chargés de cuivre pyriteux, de blende, de galène et de pyrite de fer, il admet des dykes métallifères éruptifs injectés de bas en haut dans les fractures déterminées par le fait même de leur éruption.

Je le demande maintenant : Pourquoi ces théories si différentes pour des minerais à peu près de même nature ? A quoi bon ces complications de fusions et de vaporisations pour des résultats aussi exactement similaires et d'ailleurs si voisins ? N'é-

tait-il pas plus simple de dire : Puisque les minerais de cuivre du Campigliese sont des produits d'injection, il doit en être de même pour ceux de Monte-Catini et de Rocca-Tederighi; et certes rien de plus facile à expliquer que la disposition en veines et en nodules de leurs parties métalliques. Aussi M. Élie de Beaumont s'est-il chargé de rectifier lui-même ces données dans les lignes suivantes : « Les minerais de cuivre (de la Toscane) » sont quelquefois répandus dans la roche serpentineuse, de » manière à faire corps avec elle : d'autres fois, ils sont placés » au contact de la roche serpentineuse avec les roches adja- » centes; on voit qu'ils ont été apportés par la roche serpenti- » neuse, de manière à être mêlés avec les débris produits par » son éruption, qui ont formé à la surface de la masse un *con- » glomérat de frottement*. M. A. Burat a décrit tous ces gise- » ments avec beaucoup de soin. »

Abstraction faite de la phrase terminale, l'énoncé de M. Élie de Beaumont est la critique la plus juste de l'hypothèse de M. Burat. Telle est en effet la seule explication à donner de la formation de ces nodules irréguliers, enchevêtrés dans un détritus, et de ces veines poussées dans toutes les fissures du sol encaissant, en y ajoutant toutefois les effets complexes résultant de l'état pâteux des serpentines. Mais aussi puisque M. Élie de Beaumont, malgré la précision qu'il accorde à M. Burat, abonde si exactement dans mon sens, il me permettra sans doute d'étendre mes conclusions aux filons de plomb du Massetano, par la raison que le sulfure de plomb est lui-même éruptif dans les amphiboles et syénites de Campiglia. Les filons de plomb du Massetano étant d'ailleurs très quartzifères, je pourrai encore, par les considérations d'identité, arriver à établir l'origine éruptive de certains filons de quartz pauvres en métaux de la Toscane, et, passant de là dans d'autres contrées, je verrai le même mode d'origine pour ceux dont les gangues sont la baryte sulfatée, etc., etc. C'est ce que je ferai dans une autre occasion, en ayant soin toutefois d'appuyer mes raisons générales par des faits de détail, sans lesquels, je le répète, toute ma théorie serait à considérer comme excessivement hasardée.

A ceux cependant qui me demanderaient dès à présent un aperçu sommaire de mes idées, je répondrais que j'admets la vaporisation de certains métaux, car les phénomènes volcaniques sont là avec leurs oligistes, leur cuivre et leur plomb sublimés dans les fissures et les pores des laves le plus souvent décolorées par les vapeurs muriatiques; j'admets également la formation

de certains gîtes par les eaux métallifères, car je trouve des dépôts de fer stratifiés dans diverses roches ammonitifères du lias et de l'oxfordien, des filons irréguliers de manganèse oxydé métalloïde dans le néocomien de la Drôme, des nœuds de blende dans le lias du mont Dore, du cobalt dans certains dépôts très récents, du cuivre dans les grès bigarrés de l'Alsace, de la strontiane et de la baryte sulfatées, de la blende, de la galène, de la dolomie, du quartz dans les fissures de retrait d'une foule de septaria ou rognons formés par simple élection de parties au milieu des marnes absolument privées de tout indice de métamorphisme ou de l'action des vapeurs. Mais aussi, avant de me prononcer sur le mode de formation de tel ou tel gîte, j'aurai soin d'en faire connaître tous les accessoires. On verra alors combien sont bornés et les gîtes de vaporisation, et ceux d'incrustation aqueuse; en sorte que je pourrai toujours me dire partisan de la formation des filons métallifères par voie d'injection, parce que tel est le cas le plus général, tel est celui qui a amené vers la surface la très majeure partie de ces métaux que le pic du mineur arrache du sein de la terre au profit de la civilisation.

H. D'après quelques géologues, la dolomie doit nécessairement être un produit métamorphique, puisqu'elle est cristalline, caverneuse, ou fissurée; mais ces mêmes géologues diffèrent tous d'opinion quant à la cause de ce métamorphisme. Une nombreuse série de théories a donc été mise en avant; cependant peu d'observateurs ont été assez consciencieux pour se donner la peine d'examiner si les roches qui satisfont plus ou moins exactement aux précédentes conditions de texture ont réellement la composition qu'ils leur supposent. Il en est résulté que chacun, voulant voir une dolomie dans les masses cristallines, poreuses ou fissurées qu'il a rencontrées sur son chemin, a raisonné en conséquence, et de là une foule d'aperçus les uns plus erronés que les autres; de là encore une multiplication effrénée des gisements de cette roche. J'ai donc passé en revue une grande quantité de ces prétendus métamorphismes, et je puis dès à présent déclarer qu'une bonne partie d'entre eux doit être effacée de la science. Ce sera seulement quand ce travail d'épuration aura été terminé, que l'on pourra voir au juste à quoi se réduisent ces fameuses conceptions, et surtout leur principe général, qui devient insoutenable quand on l'examine dans ses divers détails.

Pour le moment, je me contenterai de faire observer que les vraies dolomies du versant méridional des Alpes orientales ne

peuvent pas être un résultat de l'action des mélaphyres, puisque ces roches sont elles-mêmes métamorphiques. Si l'on veut absolument que les dolomies jurassiques en question aient été modifiées par l'intrusion de vapeurs magnésiennes, il faudrait du moins faire dériver ces vapeurs des porphyres quartzifères qui ont provoqué la transformation du terrain de transition en roches porphyroïdes. Parmi les autres difficultés qui s'élèvent encore contre cette manière d'envisager les faits, il faut ranger les suivantes: Le mélaphyre métamorphique, tout comme le porphyre quartzifère métamorphisant, avait déjà complétement perdu toute sa chaleur, lorsque les terrains triasiques et jurassiques se sont établis, soit dessus, soit à proximité. Ce qui le prouve, ce sont d'abord les cailloux roulés du mélaphyre que l'on trouve dans le conglomérat triasique; c'est en second lieu l'absence de toute trace de métamorphisme dans ces conglomérats qui reposent directement sur le mélaphyre. C'est enfin la même nullité d'action qui se remarque dans les calcaires, muschelkalk ou autres, qui gisent entre le conglomérat en question et la grande assise dolomitique.

Les impossibilités dont il vient d'être fait mention feront que l'on se rejettera peut-être encore sur les mélaphyres basaltiques des environs de Trente; mais ceux-ci, je le répète, sont limités dans un espace assez circonscrit; et une fois averti de cette circonstance, personne ne voudra croire qu'une bande de terrain qui s'étend sans discontinuité depuis le lac Majeur jusqu'en Dalmatie, etc., ait été affectée par les vapeurs dérivées d'un point aussi exigu.

Abandonnons donc une fois pour toutes de pareilles conceptions. Sachons trouver tous les éléments du problème dans les actions pures et simples de la sédimentation, suivie des effets de la consolidation cristalline qui s'empare du dépôt complexe ainsi formé. C'est dans cette voie que j'espère amener les géologues; et alors, débarrassés des vapeurs magnésiennes, ils se regarderont comme débarrassés en même temps des vapeurs métalliques, que depuis les alchimistes ont cherché toujours vaguement, et par conséquent avec peu de bonheur, à faire intervenir comme agents principaux dans la formation des gîtes métallifères.

NOTE. — Comme j'aurai plus d'une occasion de revenir sur divers aperçus énoncés par M. Élie de Beaumont dans sa *Notice sur les émanations volcaniques et métallifères*, il importe, pour que je ne sois pas accusé de répondre à des opinions plus

ou moins anciennes, et par conséquent abandonnées, que l'on veuille bien se rappeler que la notice en question, lue à la Société géologique de France dans la séance du 5 juillet 1847, n'a cependant été livrée à la publicité qu'au commencement d'avril 1849.

M. Rivière présente, relativement au premier paragraphe du travail de M. Fournet, les observations suivantes :

M. Triger a parfaitement démontré que, dans les environs d'Angers, il y a deux granites d'âge différent, distinction qui d'ailleurs a été constatée dans le Beaujolais par les auteurs de la carte géologique de la France. Ces granites ont une disposition différente par rapport aux terrains de gneiss et de micaschistes. Les plus anciens, qui sont antérieurs à ces terrains, sont composés essentiellement d'orthose, et quelquefois d'un peu d'albite cristallisée. Les granites plus récents sont, au contraire, essentiellement albitiques, et ils percent les gneiss et les micaschistes, ainsi qu'il est facile de le voir aux environs de Nantes, près du coteau de Miseri, où se trouvent une vingtaine de filons dans un très petit espace. Ces deux granites se rapportent à deux soulèvements, l'un qui se rapproche de la direction N.-S., l'autre de celle N.-E., S.-E. Une autre particularité de ces granites est d'admettre quelquefois de l'amphibole dans leur composition; mais le granite le plus moderne en contient davantage, et c'est lui qui donne naissance à une syénite qui n'en est qu'un accident. Ainsi, à l'île de Bréhat, on peut facilement distinguer à marée basse une certaine quantité de filons ayant jusqu'à 5 mètres de largeur, qui appartiennent au granite, au granite syénitique, au diorite, aux porphyres liés aux véritables syénites, et qui se croisent en plusieurs sens. Enfin M. Rivière ajoute, pour conclure, qu'une partie des syénites de l'ouest de la France se rattachent au granite, tandis que les véritables syénites se lient aux porphyres, ainsi qu'il a pu le constater dans l'île de Bréhat par l'intersection des filons.

M. Delesse partage les opinions de M. Fournet sur la minette; seulement, pour lui, la minette ne se trouve pas uniquement dans la syénite, mais aussi dans le granite. Dans l'un et l'autre cas il a constaté qu'elle s'y trouvait en filons, et qu'elle était

bien réellement séparée de la roche voisine par des filons continus. Seulement, au contact, la roche prend une structure variolitique, et extérieurement il s'y est développé de l'oligoclase. On voit également, dans le voisinage de la minette, une roche micacée particulière, dont le mica contient de la potasse, de la soude et de la lithine.

M. Delesse ne croit pas, comme M. Fournet, que les mélaphyres soient métamorphiques; dans les Vosges, où ils sont très bien caractérisés, ils sont évidemment éruptifs. Dans un Mémoire précédent, M. Fournet a dit que les mélaphyres des Alpes provenaient de roches métamorphysées par des roches plutoniennes; il aurait donc fallu que la roche éruptive introduisît dans la roche de sédiment une certaine quantité de magnésie. Or qu'a-t-il pu se passer dans les Vosges, où le mélaphyre présente la plus grande analogie avec celui des Alpes? Dans les Vosges, les syénites qui sont venues après les mélaphyres devraient elles-mêmes, si elles avaient donné de la magnésie à ces dernières roches, en contenir une quantité au moins aussi grande; et, au contraire, elles en contiennent moins. De plus, comment expliquerait-on la présence, dans les mélaphyres, de l'augite, du feldspath labrador et du fer oxydulé, minéraux tous très différents de ceux qui se rencontrent dans les roches plutoniques voisines.

Relativement au troisième paragraphe du Mémoire de M. Fournet, M. Boubée fait remarquer que, dans un grand nombre de circonstances, on attribue souvent à certaines roches les origines qu'elles n'ont pas, faute de bien apprécier leur composition. Ainsi il cite une roche de la vallée de Thann qui est désignée généralement, dans les collections, sous le nom d'eurite, et cette roche, qui contient des empreintes végétales, n'est selon lui qu'une grauwacke; de même, il est arrivé que, dans certains cas, on a pris des grauwackes pour des mélaphyres, et, réciproquement, des mélaphyres pour des grauwackes : il est donc facile de voir à quelle erreur on se laisse ainsi entraîner, puisque les grauwackes sont des roches de sédiment, et que les eurites et les mélaphyres sont des roches éruptives.

M. Coquand rappelle que, dans ses travaux précédents, il a assimilé les spilites et les mélaphyres de l'Estérel, qui sont évi

demment des roches éruptives. Pour les mélaphyres ceci est incontestable. Quant aux spilites, il a pu voir à Riparbella, en Toscane, la serpentine percée par la spilite, qui la recouvre comme un chapeau. L'origine ignée de cette roche est encore prouvée, selon lui, par la présence des globules calcaires dans des spilites qui traversent le granite du Plan-de-la-Tour; ce qui n'aurait pas lieu, si primitivement la roche eût été un grès ou toute autre roche.

M. Rivière ne peut laisser passer ce que dit M. Fournet sur les agates, sans rappeler que M. Brongniart a fait scier transversalement de grosses géodes d'Oberstein pour faire voir qu'elles devaient leur formation à l'introduction dans une cavité de la matière siliceuse, et qu'il a parfaitement observé que la silice qui s'était introduite par un canal s'était déposée par couches parallèles aux parois de la cavité.

M. Élie de Beaumont confirme la remarque de M. Rivière, et il ajoute que vis-à-vis la gouttière on peut voir, dans quelques géodes, des couches parallèles de matière siliceuse, qui deviennent sensiblement planes à mesure qu'elles s'éloignent de la paroi, et paraissent avoir obéi aux lois de la pesanteur.

M. Fournet ayant trouvé qu'il y a identité de formation entre les amygdaloïdes des terrains de sédiment citées par M. Élie de Beaumont et celles d'Oberstein, M. Élie de Beaumont dit qu'aux amygdaloïdes de la craie tufeau et du calcaire de Champigny, dont il a déjà parlé, on pourrait ajouter les silex agatisés géodiques, dont l'intérieur est cristallisé, les fossiles, dont l'intérieur est aussi tapissé de cristaux de quartz, et aussi le fait très évident des silex agatisés présentant des cavités qui résultent de perforations préexistantes pratiquées par des tarets. Au surplus, ajoute-t-il, que la silice soit venue de l'extérieur ou se soit séparée de la masse qui contient de ces silex, la formation des amygdaloïdes reste toujours la même. M. Élie de Beaumont fait ensuite remarquer qu'il n'a pas eu l'intention de faire la critique ni de M. Burat ni de M. Fournet; il a seulement combattu leurs idées; quant à ce qu'il a pu dire de M. Fournet, il attendra qu'il lui fournisse des preuves à l'appui de ses idées sur certains filons de la Toscane, et jusqu'à ce

jour il se permettra d'assigner aux filons du Campigliese une origine éruptive.

M. Coquand dit que M. Burat, dans une visite qu'ils ont faite dernièrement ensemble à Monte-Catini, s'est tout à fait rendu à cette opinion, qui était déjà la sienne; ils ont pu constater ensemble que les matières métalliques qui se trouvent au milieu des roches qui avoisinent les matières éruptives semblaient les avoir pénétrées par transsudation.

M. d'Archiac communique l'extrait suivant d'une lettre adressée à M. de Verneuil par M. Dale-Owen.

La région comprise entre les cascades de Saint-Antoine et l'embouchure de la rivière Wisconsin, le long des vallées du Mississipi et de ses tributaires, offre un beau champ d'études pour les anciens dépôts. C'est seulement dans des limites assez étroites, et dans le voisinage immédiat des roches cristallines, que la cause du métamorphisme a opéré. Les couches sont en général horizontales, et les élévations, comme les dépressions que l'on y observe parfois, résultent de fractures et de mouvements verticaux qui n'ont pas affecté l'horizontalité des surfaces de dépôt. Quelques parties de cette grande formation sont composées de roches terreuses et peu cohérentes, comme le sont ordinairement les matériaux des dépôts récents, et beaucoup ne sont que des grès tendres à peine agrégés. Ces roches, qui malheureusement ne sont pas favorables à la bonne conservation des fossiles, sont souvent composées de fragments de Trilobites, et elles auraient sans doute présenté un bien grand intérêt aux paléontologistes si elles eussent été plus calcaires.

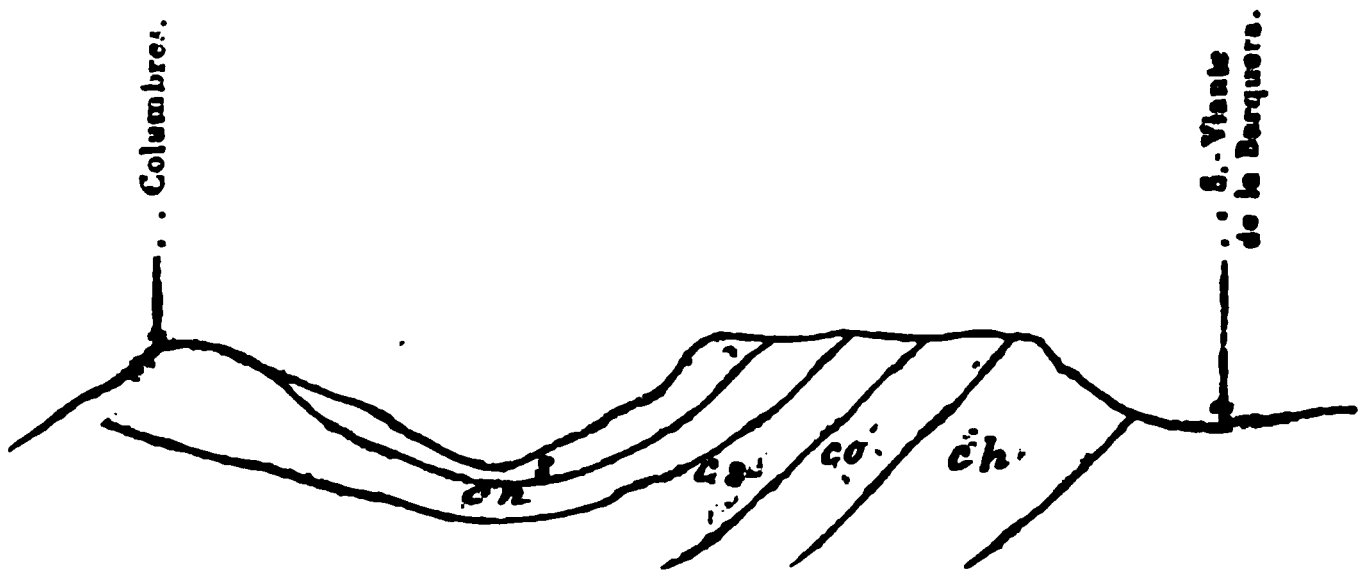
Cette région est certainement destinée à jeter quelque lumière nouvelle sur les strates protozoïques et sur les premières formes de la vie animale. Les bancs inférieurs au contact des roches cristallines sont souvent convertis en quartzites de diverses teintes, particulièrement rougeâtres, et associés à des couches minces d'une roche silicéo-argileuse rouge, assez tendre au moment de son extraction, mais qui durcit ensuite à l'air. Ces couches sont exploitées par les Indiens Sioux et Chippeways pour la confection des pipes. C'est ce que l'on nomme la *Castlinite*.

M. d'Archiac communique ensuite l'extrait suivant d'une

lettre de M. de Verneuil, datée de Pola-de-Lena (Asturies), 12 mai 1849.

En venant de Bilbao jusqu'ici, nous sommes restés, M. A. Paillette et moi, à Santander, pour y étudier la formation crétacée, qui offre au-dessus d'un calcaire à Dicérates très épais un ensemble de couches de 2,000 pieds d'épaisseur, avec des Ammonites voisines des espèces du gault, des Spatangues et des Inocérames.

Une des questions qui m'intéressaient le plus, vous le savez, était celle du groupe nummulitique du nord de l'Espagne, et nous avons eu le bonheur de la résoudre définitivement. Les Nummulites du calcaire à Hippurites de M. Paillette se sont évanouies ou se sont transformées en belles Orbitolites. M. Paillette, qui connaît parfaitement ce pays, m'a conduit au point le plus intéressant. Ce sont les environs de S.-Viante de la Barquera et de Columbres, sur les confins de la province de Santander et des Asturies. La coupe la plus régulière que nous ayons observée dans ce pays si bouleversé est celle que l'on rencontre en quittant S.-Viante pour aller à Columbres, et que l'on peut résumer ainsi :



ch Calcaire à Hippurites et à Radiolites.
en Calcaire à Nummulites.
co Calcaire marneux à Orbitolites.
cs Calcaire à Spatangues.
s Sable et grès jaune.

Avant d'arriver à S. Viante de la Barquera, nous avions observé, dans les falaises qui bordent la mer, une série de conglomérats, de grès et de calcaires argileux, avec quelques petites Nummulites et des *Orbitoides?* comme à Biaritz. Ces couches doivent être supérieures au calcaire nummulitique proprement dit. De S.-Viante jusqu'à Columbres, sur une étendue de trois lieues, le calcaire à Nummulites prend un grand dévelop-

pement. C'est souvent un calcaire argileux, comme dans les Alpes. A Columbres, c'est le beau idéal des Nummulites. Il y en a de toutes les tailles, depuis la grosseur d'une petite lentille jusqu'à plusieurs pouces de diamètre. Malheureusement ces géants sont très difficiles à extraire de la roche; mais je vous en rapporte dont le diamètre dépasse 2 pouces. Avec ces Nummulites j'ai trouvé le *Conoclypus conoideus*, l'*Ostrea latissima* ou *gigantea* de Crimée, et la *Serpula spirulæa*. J'espère que c'est concluant, et que nous avons encore là un lambeau du même groupe nummulitique que M. Tallavignes appelle *terrain ibérien*. Avec ces fossiles il y a de petites Gryphées très abondantes, et qui ressemblent, autant que je me le rappelle, à celles de Gensac. Quant au *terrain alaricien*, il n'y en a pas de traces. Le groupe nummulitique est en contact avec les calcaires à Spatangues, dont la place entre les Hippurites et les Nummulites est également incontestable.

Ce calcaire et celui qui renferme les Orbitolites occupent de grandes surfaces vers Santander, et ont une épaisseur très considérable. S'ils représentent la craie tufeau, ils n'en sont pas moins postérieurs au calcaire à Hippurites. Ces Rudistes ne se présentent point dans la belle série crétacée de Santander, mais ils apparaissent vers l'O., là où la formation crétacée perd beaucoup de sa puissance. Les Orbitolites jouent un rôle très important dans la craie de ce pays. Elles sont rares dans le calcaire à Dicérates, abondent avec les Hippurites, et prennent surtout au-dessus de celles-ci toutes les formes et toutes les grosseurs, depuis le diamètre d'une lentille jusqu'à celui d'une pièce de 5 fr. Je n'en ai pas trouvé dans le véritable calcaire à Nummulites, mais j'en ai rencontré encore un banc dans les couches problématiques, que je crois supérieures à ce calcaire près de S.-Viante, et dans lesquelles on aperçoit, quoique rarement, de très petites espèces de Nummulites.

M. Paillette reconnaît maintenant que ce sont de grandes espèces d'Orbitolites qu'il avait prises pour des Nummulites, quand il disait que les Hippurites et les Nummulites se trouvaient ensemble. Le *terrain hippurito-nummulitique* de M. Pilla s'éclipse donc tous les jours, et bientôt il ne restera plus de Nummulites que dans le seul ensemble de couches que caractérise ces coquilles. Le nom de *terrain nummulitique* que je lui avais donné dans mon Mémoire sur la Crimée ne sera donc pas si mauvais.

Il faut reconnaître qu'ici le groupe à Nummulites ne se pré-

sente que par lambeaux, et qu'il a subi les mêmes bouleversements que la craie. Ces bouleversements sont considérables, sans cependant atteindre ceux des systèmes carbonifères et dévoniens, qui s'élèvent dans les hautes montagnes, et sont remplis de failles de toutes sortes, de renversements, etc., qu'il est bien difficile de suivre exactement dans ce pays. D'ailleurs les montagnes, à mon grand étonnement, sont encore couvertes de neige, et les chemins sont tellement mauvais qu'il n'est pas facile de faire de la géologie dans la chaîne centrale, dont je ne suis cependant qu'à cinq lieues.

M. Fauverge dépose sur le bureau un échantillon de fer en grains pour être classé dans la collection de la Société; il fait observer que cet échantillon appartient à une couche du supralias de Saint-Priest, canton de Privas (Ardèche), recouverte par des marnes ferrugineuses s'étendant et du côté du Coyron, et du côté de Veyras. C'est dans les marnes de cette dernière localité, ajoute-t-il, qu'est le gisement de minerai de fer auquel appartiennent les fossiles présentés par M. Boucault dans la première séance de mai 1847, et qui sont évidemment du lias. L'Oxford-clay, où plusieurs géologues avaient placé ces dépôts, manque dans cette partie du département; ce n'est que dans le sud, et par conséquent au delà de la chaîne du Coyron, qu'on le trouve.

Séance du 4 juin 1849.

PRÉSIDENCE DE M. D'ARCHIAC.

M. Alexandre Rouault, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, M. le Président proclame membre de la Société :

M. Caetano da Rocha Pacova, de Maragnan (Brésil), à Paris, rue de Constantine, 3, présenté par MM. Dufrénoy et Hugard.

Le Président annonce ensuite deux présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Acosta, *Viages*, etc. (Voyages scientifiques aux Andes équatoriales, ou Collection de Mémoires sur la physique, la chimie et l'histoire naturelle de la Nouvelle-Grenade, de l'Équateur et de la Venezuela, présentés à l'Académie des sciences de France par MM. Boussingault et Roulin, traduits par M. J. Acosta, et précédés de quelques notions de géologie, par le même); in-8, 343 p. Paris, 1849; chez Castellane.

De la part de M. Eug. Robert, *Rapport de* M. Cordier *sur un travail de* M. Eug. Robert, *intitulé : Recueil de recherches géologiques sur les dernières traces que la mer a laissées à la surface des continents dans l'hémisphère du nord, notamment en Europe* (extr. des *Comptes rendus des séances de l'Acad. des sc.*, t. XXVIII, séance du 26 mars 1849); in-4, 6 p. Paris, 1849; chez Bachelier.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences; 1849, 1er sem., t. XXVIII, nos 21 et 22.

L'Institut. 1849, nos 803 et 804.

Annales scientifiques, littéraires et industrielles de l'Auvergne; t. XXIe, nov. et déc. 1848; t. XXIIe, janv. et févr. 1849.

Séances et travaux de l'Académie de Reims; année 1848-1849, nos 9 à 12; 7, 16 et 30 mars, et 20 avril 1849.

The Athenæum, 1849, nos 1126 et 1127.

M. Coquand place sous les yeux de la Société un échantillon de stéaschiste renfermant une *Lima gigantea*, et il fait observer que la roche encaissante, qui est formée de lamelles très minces de stéatite verdâtre, renfermant quelques grains de quartz et des cristaux miroitants de feldspath, appartient au système des anagénites, des cipolins et des phyllades, que l'on observe au cap Corvo, dans le golfe de la Spezzia. Les cipolins ont été l'objet d'une exploitation fort active, et ont concouru à l'embellissement des palais de Gênes et des principaux monuments de l'Italie. Les essais qu'il a faits au laboratoire de l'École nationale des mines ont démontré que le stéaschiste est

un véritable silicate d'alumine et de magnésie coloré en vert par de l'oxyde de fer. Le test de la coquille est passé à l'état de calcaire saccharoïde à grains très serrés, et il se trouve enveloppé par des couches extrêmement minces de talc, qui en suivent tous les contours, ainsi qu'on l'observe pour les Bélemnites des ardoises des Alpes et pour les Goniatites des marbres dévoniens de Cierp et de Campan. M. Coquand, rappelant à ce sujet les travaux qu'il a précédemment publiés sur l'Italie, et notamment son *Mémoire sur la constitution géologique du promontoire Argentaro*, assigne au système du cap Corvo, qui est concordant avec l'ensemble des masses calcaires jurassiques de la Spezzia, la position du lias inférieur dans l'échelle stratigraphique, et il ajoute qu'on ne saurait, sans déni de justice, refuser à cette portion du terrain secondaire une origine métamorphique, que la cristallisation de ses parties constituantes, indépendamment des questions d'appréciation générale sur place, suffit pour caractériser d'une manière si évidente. En vain chercherait-on, dans des contrées où aucune action postérieure n'a modifié l'aspect primitif des roches, les fossiles du lias engagés dans une gangue semi-cristalline, qu'on n'hésiterait pas à classer dans la catégorie des roches dites *primitives stratifiées*, sans la présence de la *Lima*, qui démontre son âge, comparativement très récent. M. Coquand termine en disant que, si quelques auteurs, entraînés au delà du vrai par des idées systématiques, ont donné à la théorie du métamorphisme des proportions exagérées, il serait cependant injuste de se renfermer dans un pyrrhonisme absolu, en présence surtout de faits et d'expériences nombreuses qui dissipent l'obscurité qui enveloppe encore ces questions délicates. Or ce serait s'insurger contre les règles de l'induction philosophique que de rendre les faits solidaires des observations imparfaites au moyen desquelles on cherche à les expliquer. Quelques géologues pensent que les gneiss, les micaschistes et les stéaschistes, que l'on rencontre principalement à la base des formations fossilifères, ne sont autre chose que des roches plutoniques rendues schisteuses par la grande abondance de talc ou de mica qu'elles contiennent. Comme la présence des animaux marins dans les stéaschistes de la Spezzia s'oppose à une assimilation de cette nature, il

udra bien reconnaître que certains stéaschistes ont été formés ıns des circonstances différentes. Tout ce que nous savons par s phénomènes actuels et par les phénomènes de la sédimen-ıtion, dans les terrains fossilifères *non altérés*, nous démontre ue les stéaschistes n'ont pu être déposés sous les eaux dans état où nous les observons aujourd'hui. Mais à quel agent ıpporter leur formation? C'est là le nœud de la question, qu'il st plus facile de poser que de résoudre, et dont la solution uvre un champ de bataille sur lequel lutteront longtemps en-ore les opinions les plus opposées.

M. Rivière pense que le fossile présenté par M. Coquand ourrait bien n'être qu'un *Ludus*, et qu'on a déjà, dans plu-ieurs cas, trouvé des échantillons dont la forme ou les em-reintes avaient de grandes analogies avec des fossiles animaux u végétaux. Ensuite il ne croit pas que la gangue de ce pré-endu Plagiostome soit un stéaschiste. Pour lui, les stéaschistes véritables, ainsi que les micaschistes, ne se trouvent que dans es terrains anciens, où ils ne forment pas des couches, mais ù ils présentent seulement des divisions irrégulières qui n'in-liquent pas une formation par dépôt. Il faut donc voir quelle st la structure d'une roche de cristallisation pour savoir quelle st réellement son origine, et comme les roches primitives sont oujours au même niveau, on peut en séparer celles qui leur essemblent sans avoir leur structure. En Bretagne, par xemple, on trouve des roches analogues aux stéaschistes, nais elles sont composées de fragments comme les anagénites. En Vendée, on voit pareillement des anagénites à gros grains, et l'autres à grains plus fins, qui se rapprochent des stéaschistes; ce erait donc aux anagénites qu'il faudrait rapporter la gangue du Plagiostome, puisque cette gangue est composée d'orthose, de quartz et de talc cimentés par du calcaire spathique. Pour don-ner plus de force à son opinion, M. Rivière ajoute qu'aux envi-ons de Briançon, il y a des protogines en couches inclinées sur esquelles reposent des couches de sédiment plus ou moins hori-ontales, et qui sont composées d'éléments empruntés au terrain ous-jacent; les matières talqueuses qu'elles renferment sont ıssez abondantes près des protogines, et elles diminuent d'au-ant plus qu'on s'en éloigne davantage. Lorsque le talc est assez

abondant, la roche ressemble à une roche talqueuse primitive, mais le talc n'y présente certainement pas la même disposition. La même analogie a lieu quelquefois entre les arkoses et les granites, à tel point qu'aux environs de Quimper on interrompit des recherches de houille, parce que l'on crut arriver à des granites lorsqu'on était seulement sur les arkoses. Des ressemblances du même genre ont encore lieu dans les terrains houillers de la Haie-Longue, aux environs d'Angers.

M. Coquand répond à M. Rivière qu'il sait bien, comme lui, que les terrains de sédiment peuvent, dans certains cas, contenir exclusivement les éléments des roches inférieures et présenter avec celles-ci de grandes analogies; mais là n'est pas la question, et il ne veut pas sortir du fait qu'il soumet à la Société. Il ne prétend pas que la gangue de son Plagiostome soit un stéaschiste ancien, mais un stéaschiste plus moderne, provenant d'anagénites qui ont reçu une certaine modification postérieurement à leur dépôt. Le métamorphisme s'est fait, quelle que soit sa cause, de la base d'un terrain à sa partie supérieure : c'est ainsi que, sur certains points des Alpes, on peut suivre sa marche en voyant le terrain du lias, à la Garfagnana, contenir des Ammonites libres et très bien caractérisées, tandis que ce même terrain se trouve métamorphisé sur d'autres points, comme au cap Corvo. Au surplus, la présence de fossiles dans le stéaschiste ne doit pas plus étonner que celle de Goniatites dans les marbres de Campan. Ces Goniatites y sont empâtées dans un calcaire pénétré lui-même de lamelles de talc, qui sont très voisines, quant à leur composition et à leur structure, de celles des roches primitives, si même elles ne leur sont complètement identiques. Pour accroître la multitude des faits qui sont en faveur de son opinion, M. Coquand dit qu'au cap Corvo tous les calcaires sont saccharoïdes et reposent sur des terrains de sédiment; et comme ces calcaires sont des cipolins, il faut bien en conclure qu'ils sont métamorphiques.

M. Delesse vient citer à l'appui de l'opinion de M. Coquand des exemples qui tendent à démontrer que le talc peut être métamorphique : ainsi, dans un marbre des Vosges, qui appartient au terrain dévonien supérieur et contient des fossiles

bien conservés, tels que des tiges d'Encrines et de Polypiers, on trouve aussi de petites lamelles de talc. Ces lamelles environnent régulièrement les fossiles, et elles ont dû se développer postérieurement au dépôt de la roche; car on ne comprendrait pas que des parcelles de talc pussent affecter une semblable disposition si elles s'étaient déposées au sein des eaux, au milieu desquelles elles auraient dû obéir aux lois de la pesanteur et à celles qui président à tous les dépôts de sédiment.

M. Delesse dit que, dans ses travaux précédents sur les protogines, il a déjà démontré comment le talc remplaçait en partie l'oligoclase en venant s'intercaler dans ses cristaux, parallèlement aux faces de clivage, et a fait assez voir que sa formation était nécessairement postérieure à celle de la protogine. La même chose a lieu dans certains échantillons de shorl-rock, dont quelques cristaux de tourmaline sont remplacés en partie par du talc. Cependant il doit dire que les talcs métamorphiques n'ont pas une composition absolument identique avec celle des talcs types, et qu'ils en diffèrent seulement par la présence dans leur composition d'un peu plus d'alumine et d'oxyde de fer. — Relativement aux arkoses citées par M. Rivière, il s'est passé des phénomènes analogues : ainsi, dans un certain nombre de cas, le ciment de la roche est formé par un feldspath bien cristallisé, dont les angles sont très nets. Ces cristaux sont disposés en tous sens, ce qui n'aurait pas lieu s'ils se fussent déposés dans un liquide, car les lois de la pesanteur eussent exigé que les faces de plus grande longueur eussent toutes la même disposition. Il est donc évident que les cristaux de feldspath ne peuvent provenir des roches préexistantes; de plus, il est encore très remarquable de voir que, dans le voisinage des granites, ces cristaux prennent un développement d'autant plus grand que l'on s'approche davantage de ces roches, ce qui pourrait faire croire qu'ils leur doivent leur origine.

Enfin, M. Delesse conclut au métamorphisme possible de la roche présentée par M. Coquand, car, pour lui, le métamorphisme n'implique pas exclusivement la présence de la chaleur; et il applique cette expression à tout changement survenu dans une roche postérieurement à son dépôt, quelle que soit la cause de cette modification.

M. Boubée croit, comme M. Rivière, que le Plagiostome en question est un *Ludus*, et qu'il ne présente pas assez de régularité pour qu'on puisse affirmer que ce soit un fossile ; il est intimement convaincu que l'on pourrait reconnaître la vérité de son sentiment si l'on faisait scier l'échantillon. A Campan, les fossiles sont d'abord enveloppés de matière calcaire, puis de lamelles talqueuses, tandis que le Plagiostome de M. Coquand se trouve immédiatement enveloppé de la roche talqueuse et ne présente aucune trace de son test. — Comme M. Hébert lui fait remarquer que la place du test se trouve indiquée, il lui répond qu'il ne partage pas son opinion à cet égard. — Pour M. Boubée, les tales cités par M. Delesse sont des tales épigéniques, et non métamorphiques, ce qui est appuyé par M. Bourjot. — Il finit en convenant que, dans certains cas, il a bien pu se produire des actions métamorphiques, mais que ces actions ont été très restreintes, et ne se sont pas développées sur une échelle aussi grande que celle qui leur est attribuée dans le métamorphisme normal, le seul qu'il combatte entièrement.

Pour répondre à la citation faite par M. Delesse des fossiles entourés de lamelles de talc, M. Rivière fait remarquer que, dans les terrains houillers, on trouve des nodules entourés de même de matières talqueuses, ce qui ne fait pas dire que ces terrains soient métamorphiques, pas plus que la pierre carrée du terrain houiller des environs de Chabannes, près d'Angers, bien que cette pierre contienne du feldspath cristallisé.

Quant à l'introduction de matières talqueuses dans les cristaux, M. Rivière dit que le titane rutile et le talc que l'on trouve dans des cristaux de quartz n'impliquent pas une action métamorphique, et il met en doute la substitution du talc à la tourmaline, parce qu'il a eu entre les mains un échantillon qu'il croit analogue à celui qui est allégué par M. Delesse ; et pour lui ce n'était point de la tourmaline qui enveloppait une substance voisine du talc, attendu que les angles de cette substance n'étaient pas ceux de la tourmaline.

M. Delesse ne connaît pas l'échantillon cité par M. Rivière, mais il peut affirmer que le sien contient de la tourmaline véritable. Il avoue que les terrains houillers de Silésie, de Bohême et des Vosges ne contiennent pas de feldspath cristallisé ; mais

peut y avoir des exceptions, et il ne voit pas pourquoi des terrains houillers ne seraient pas métamorphiques. On lui a dit que les faits qu'il avait rapportés étaient des épigénies, et il croit devoir répondre, suivant sa définition précédente, que l'épigénie qui se répète sur de très grands espaces est la même chose que le métamorphisme.

M. le vice-secrétaire donne lecture de la notice suivante :

Quelques mots encore sur le terrain à Nummulites des Pyrénées, par M. Victor Raulin.

Pendant les vacances de Pâques j'ai continué mon exploration de l'Aquitaine, et j'ai même cru utile de poursuivre ses terrains tertiaires jusqu'à la Méditerranée, de Narbonne à Béziers. Comme en revenant j'ai eu l'occasion de passer dans les Corbières, je suis maintenant en mesure de répondre aux observations que M. Tallavignes a présentées après la lecture de ma note, le 10 janvier 1848 (*Bull.*, t. V, p. 130). Je me décide d'autant plus facilement à prendre la plume, que le cahier du *Bulletin* qui renferme (t. IV, p. 1127) un résumé assez détaillé du travail que notre confrère rappelait à l'appui de sa manière de voir vient enfin d'être publié.

Je n'ai fait que traverser assez rapidement la partie désignée par M. Leymerie sous le nom de basses Corbières, de l'E. à l'O., à peu près dans le sens longitudinal, entre Sigean et Carcassonne, en passant par Fontjoncouse et la Grasse; cependant il m'a été facile d'en saisir la constitution géognostique, et lorsqu'à mon retour j'ai lu attentivement, pour la première fois, l'analyse du Mémoire de M. Tallavignes, ce n'est pas sans une vive satisfaction que j'ai vu que l'idée générale que je m'étais faite; à la suite d'une excursion de deux jours, concordait entièrement avec les résultats auxquels M. Tallavignes était arrivé par une étude détaillée et complète de cette région. Pour moi, comme pour lui, il y a en effet, dans ce qui est désigné dans les Corbières par M. Dufrénoy sous le nom de *terrain crétacé supérieur*, et par M. Leymerie sous celui de *terrain épicrétacé*, deux choses parfaitement distinctes, et qui ne sauraient être confondues, même à première vue, surtout en raison des caractères pétrographiques. C'est, d'une part, le système rouge de l'Alaric, et, de l'autre, celui des marnes noires

du Rabe, entre lesquels M. Tallavignes a d'ailleurs const
discordances de stratification.

Le système de l'Alaric, qui forme aussi les environ
Grasse et le pays à l'E. du Rabe, est composé de couch
giles le plus souvent endurcies, plus ou moins schi
rouges, quelquefois vertes, alternant un grand nombr
avec de grands bancs de calcaire gris, soit compacte, s
pacto-grenu. Les fossiles doivent y être peu fréquents
n'en ai pas aperçu la moindre trace; les recherches min
de M. Tallavignes ont amené la découverte d'environ 25
soit nouvelles, soit indéterminées, mais différentes de
terrain à Nummulites ordinaire.

Le système des marnes noires, très développé dans
du Rabe et dans celle de la Bretonne, est formé par d
plus ou moins marneuses et schistoïdes, noires ou d
bleuâtre, renfermant çà et là des bancs de calcaire a
arénifère de même couleur. Les fossiles sont très a
dans ce système; les marnes sont remplies de *Turritel*
cataria, et l'on y trouve, en outre, les *Neritina cono*
cina Corbarica, etc.; quant aux calcaires, ils sont le
vent pétris des *Nummulites globulus* et *Atacicus*, et i
l'*Ostrea gigantea*.

Lorsque j'arrivai dans les Corbières, j'avais visité la
montagnes de la Clape, à l'E. de Narbonne, qui son
par des couches que tous les géologues s'accordent
dans le terrain crétacé. En effet, les argiles schist
bleuâtre ou verdâtres inférieures renferment les fo
couches les plus inférieures du greensand (terrain
M. A. d'Orbigny), dont les plus abondants ou les plus
ristiques sont : les *Nautilus Requienianus*, *Exogyra*
Plicatula placunea, *Pholadomya Prevostii*, *Toxas*
du *complanatus*, etc., et l'on n'en a jamais séparé le
tème de calcaires gris, compactes ou compacto-gre
fossiles, qui est à la partie supérieure, et qui s'y lie p
tification. Les calcaires de la Grasse possédant absol
mêmes caractères minéralogiques, il ne me vint pas
de comprendre le système de l'Alaric dans le terrain à
lites, et de lui appliquer ce nom. N'ayant fait que pa
y avait quelques années, les Mémoires publiés sur ce
ne me doutai même pas qu'on eût pu les réunir au
noires du Rabe pour en constituer un seul terrain. A
sitai-je aucunement à considérer le système de l'Alar

tie supérieure du terrain crétacé dans les Corbières, et
rnes noires comme l'analogue du terrain à Nummulites
montagne Noire, le seul que j'avais vu jusqu'alors, c'est-
comme le terrain éocène. Lors de la lecture de l'analyse
moire de M. Tallavignes, que je me suis empressé de faire
retour, la différence dans les corps organisés et la dis-
ice de stratification, que je n'avais pas observées, m'ont
né de la manière la plus complète dans cette manière de

s cette grande différence dans la composition minéralo-
des deux terrains est loin de se poursuivre de la Médi-
ée à l'Océan. Ainsi, vers le milieu de la longueur de la
des Pyrénées, à Saint-Marcet, au N. de Saint-Gaudens,
vu dans une précédente excursion un système argileux
leux jaune et rouge, avec des couches de calcaire aréni-
u grossier de même couleur, renfermant une grande quan-
Orbitolites, de grandes *Exogyra*, et des débris de *Cidaris*,
ıvais rapporté au terrain à Nummulites, mais qui, d'après
néralités posées par M. Tallavignes, ne doit être autre
que son système *alaricien*. Ce serait pourtant une erreur
ettre d'une manière absolue, comme il le fait, que son
ıe *ibérien*, ou le terrain à Nummulites véritable, n'existe
r le versant septentrional des Pyrénées, entre les Cor-
et les pays basques : à Aurignac, au N.-E. de Saint-Gau-
il y a des couches qui possèdent des caractères pétrogra-
es fort semblables à ceux du système de Saint-Marcet,
lles appartiennent bien certainement à l'autre système;
y trouve le *Cerithium semicoronatum*, comme à Biaritz,
uître ayant la plus grande analogie avec l'*Ostrea crepi-*
lu bassin de Paris, une Lucine, une Telline, etc.
ınt à la partie élevée montagneuse des Pyrénées, quels que
les caractères pétrographiques, du Mémoire de M. Talla-
, basé sur ses observations dans ce pays et sur l'examen
llections déposées par M. Dufrénoy à l'École des mines, il
» que le système alaricien, qui, ainsi que je l'ai dit, n'est
noi que la partie supérieure du terrain crétacé, entre *seul*
ı composition de la haute chaîne, conclusion que pour ma
adopte entièrement, après la lecture que je viens de faire
moire de M. Dufrénoy sur la craie des Pyrénées et l'exa-
e quelques échantillons de calcaire du cirque de Gavar-
ans lequel, au lieu de *Nummulites*, il n'y a que des *Or-*
tes semblables à ceux de Saint-Marcet.

Pour les pays basques eux-mêmes, je suis également porté à croire que le système alaricien y est représenté par les argiles calcarifères bleues ou verdâtres désignées par M. Delbos sous le nom de *marnes à Térébratules*, et considérées par lui comme la partie inférieure du terrain à Nummulites. Les fossiles, en effet, y sont différents de ceux des deux autres étages supérieurs, qui appartiendraient seuls alors au terrain à Nummulites; on y trouve une grande quantité d'*Orbitolites*, ainsi que l'*Ostrea vesicularis*.

Considérant, ainsi que je l'ai dit, le système de l'Alaric comme la partie supérieure du terrain crétacé dans la chaîne des Pyrénées, je suis amené tout naturellement à y voir le représentant de la craie jaune supérieure de Royan, qui est également caractérisée par l'abondance des *Orbitolites* et de l'*Ostrea vesicularis*. J'arrive ainsi à trouver, sur toute la longueur de la chaîne, la confirmation de ce que j'avais établi pour la partie occidentale, d'après l'examen des listes d'Échinides du *Catalogue* de M. Agassiz, et je me crois plus fondé que jamais à répéter ce que je disais il y a dix-huit mois (*Bull.*, t. V, p. 122), mais en l'étendant cette fois à toute la chaîne des Pyrénées: *Dans les environs de Dax, comme dans le Périgord et à Royan, le terrain crétacé est aussi complet, quant à ses parties supérieures, que dans le bassin de Paris, et même à Maëstricht. Il n'y a donc pas de raisons plausibles de supposer que le terrain à Nummulites en représente une partie.*

Comme ces deux terrains sont séparés l'un de l'autre par des discordances de stratification, constatées à chaque pas dans les Corbières par M. Tallavignes, il est de toute évidence, ainsi qu'il l'a déjà énoncé, que la dénomination de *terrain épicrétacé* doit être bannie de la science, puisqu'elle n'avait été établie que pour satisfaire à des idées théoriques reconnues erronées maintenant : à savoir, que dans le bassin méditerranéen il y aurait un système unique représentant à la fois la partie supérieure du terrain crétacé et la partie inférieure du terrain tertiaire, ce bassin étant supposé avoir entièrement échappé à l'action de cette révolution du globe, dont les effets ont été si immenses dans le nord de l'Europe, puisqu'elle y a occasionné l'un des hiatus le plus remarquable qui existent dans la série des couches de l'écorce du globe, la séparation entre les terrains secondaires et tertiaires.

Quant aux dénominations proposées par M. Tallavignes, il ne me semble pas qu'il y ait lieu non plus de les adopter. Quelle

nécessité, en effet, y a-t-il de faire des noms nouveaux? Pourquoi ne pas appeler craie la partie supérieure du terrain crétacé, et terrain éocène la partie inférieure du terrain tertiaire, n'importe dans quel bassin géologique ou dans quel pays ces couches existent? N'est-ce donc pas déjà assez d'avoir pour le terrain éocène méditerranéen la dénomination de *terrain à Nummulites*, qui est dans la bouche de tous les géologues, et qui, elle aussi, finira sans doute par disparaître bientôt?

De tout ce que je viens de dire il ressort encore une conséquence bien autrement importante, puisqu'au lieu de n'avoir trait qu'à la chaîne des Pyrénées elle se rattache à l'histoire du globe entier, conséquence à laquelle j'étais certes loin de m'attendre lorsque j'écrivais ma première note. C'est que le soulèvement des Pyrénées, ainsi que M. Élie de Beaumont l'a établi en 1829, et l'a constamment soutenu depuis, doit nécessairement avoir eu lieu, au moins pour les parties élevées et centrales de la chaîne, immédiatement après le dépôt du terrain crétacé supérieur, et a ainsi véritablement causé la ligne de démarcation si profonde qui existe entre les terrains secondaires et tertiaires. C'est un résultat qui avait été contesté d'abord par M. de Boucheporn, et ensuite par moi-même, il y a dix-huit mois, à l'aide d'arguments qui ont bien pu ne pas paraître dépourvus de valeur aux géologues, et surtout aux paléontologistes. Mais à cette époque, dans les Pyrénées, on confondait avec le terrain à Nummulites la partie supérieure du terrain crétacé ou le système alaricien. Aujourd'hui que, grâce à M. Tallavignes, la lumière s'est faite, je m'empresse de reconnaître mon erreur, et de remettre à la place ce que je crois être fermement la vérité.

Je viens de dire que le soulèvement principal des Pyrénées devait nécessairement avoir eu lieu avant le dépôt du terrain éocène ou à Nummulites. En effet, tandis que le terrain crétacé supérieur vient former, dans la moitié occidentale de la chaîne des Pyrénées, les plus hautes sommités de la crête, telles que le Mont-Perdu, à 3,351 mètres; Cuje-la-Palas, à 2,970 mètres; le Pic-d'Anie, à 2,504 mètres, le terrain éocène, sur le versant septentrional de la chaîne, reste dans la plaine de l'Aquitaine ou n'entre que dans la composition des premières basses montagnes. Ainsi, dans les environs de Pau, au N. des hautes montagnes énumérées plus haut, il n'atteint peut-être pas 400 mètres; et, d'après les limites que M. Delbes me dit lui avoir reconnues, il ne s'élèverait pas à 300 mètres dans la partie orien-

tale des pays basques, et à 100 mètres aux environs de Bayonne. A Aurignac, au N.-E. de Saint-Gaudens, il ne m'a pas paru devoir dépasser 500 mètres. Dans les Corbières, ses altitudes sont certainement moins considérables encore sur la plupart des points où il existe.

Les bouleversements du terrain éocène ou à Nummulites des Pyrénées doivent évidemment avoir eu lieu à une époque différente. Pour les pays basques et la Chalosse, que je n'ai point visités, je ne veux faire aucune supposition en ce moment; mais pour les Corbières et la montagne Noire, il me paraît hors de doute que le redressement a eu lieu pendant la période miocène, c'est-à-dire au moment où, dans le nord de la France, s'est opéré le soulèvement du Sancerrois, dirigé, ainsi que je l'ai établi, de l'E. 26° N. à l'O. 26° S. En effet, sur la pente méridionale de la montagne Noire, le terrain à Nummulites se trouve à stratification concordante (1) sous le système à lignites et à calcaire d'eau douce du terrain miocène inférieur; et tous deux ont été redressés sous des angles de 15° à 60°, suivant une direction générale qui, de Saint-Chinian à Carcassonne, court à très peu près de l'E. 25° N. à l'O. 25° S., c'est-à-dire parallèlement à celle du Sancerrois. Au pied des basses montagnes formées par ces deux terrains, j'ai vu de Bize à Béziers un bas plateau qui paraît fort horizontal, et qui est formé par la mollasse coquillière marine du terrain miocène supérieur, qui s'est évidemment déposée après le redressement des couches plus anciennes. En lisant le Mémoire de M. Dufrénoy sur les terrains tertiaires du midi de la France, on peut s'assurer que la même disposition relative des calcaires d'eau douce et de la mollasse se poursuit jusque dans le département du Gard, et même en Provence.

Dans les Corbières, le terrain miocène inférieur, constitué par les mollasses d'eau douce de Carcassonne, Limoux, etc., repose également à stratification concordante sur le terrain à Nummulites; au moins j'ai cru apercevoir qu'il en était ainsi dans les hautes crêtes qui sont au S.-E. de Carcassonne, entre cette ville et le village de Mayronnes. Les deux terrains sont en

(1) Fait qui, par parenthèse, suffirait à lui seul pour rendre tout à fait inadmissible pour moi la supposition qui a été faite, qu'il manquerait l'un des étages tertiaires entre deux, le terrain éocène, lorsqu'on supposait que le terrain à Nummulites représentait, dans le Sud de l'Europe, la craie blanche du Nord.

couches redressées de 15° à 45°, et parfois même jusqu'à la verticale, comme au S. de Fontiers-d'Aude, sur la route de Carcassonne à la Grasse. Les directions sont variables; cependant la plupart d'entre elles courent comme la crête qui va d'Arquettes à Greffeil, parallèlement à la montagne Noire, et ont sans doute été produites au même moment et par la même cause; d'autres, ainsi que la crête qui va de Cavanac à Pradelles, au S.-E. de Carcassonne, sont parallèles à la direction de la chaîne des Pyrénées; mais on ne peut admettre qu'elles en soient contemporaines, car il faudrait *rajeunir* le soulèvement de ces montagnes encore plus que je ne l'avais proposé, et le rapporter à l'époque que j'ai assignée à celui du Sancerrois.

P. S. Ce n'est que postérieurement à la rédaction et à l'envoi de cette note que j'ai lu les observations de M. Boubée sur la communication de M. d'Archiac (*Bull.*, t. IV, p. 1011). M. Boubée a émis sur le terrain à Nummulites des Pyrénées des opinions qui ne manquent pas d'analogie avec celles exposées par M. Tallavignes *quinze jours* plus tard. Ainsi, il reconnaît deux groupes distincts : l'un antérieur au soulèvement des Pyrénées, qu'il range dans le terrain crétacé, et l'autre postérieur, qu'il met dans le terrain tertiaire. Le premier, suivant lui, renferme des fossiles crétacés, et le second est caractérisé par des fossiles tertiaires. Tout jusqu'ici paraît en harmonie avec ce qui existe. Mais M. Boubée me semble commettre une double erreur en avançant que les deux groupes renferment des Nummulites en abondance, et que le second est toujours horizontal. Il a pris dans la Haute-Garonne les *Orbitolites* du premier pour des *Nummulites*, et par suite de cette confusion il a rapporté à ce même groupe les couches à vraies *Nummulites* et à fossiles tertiaires de Biaritz qui sont bouleversées. Sans cette erreur sur les fossiles, dont la seconde n'est qu'une conséquence, et qui a amené encore M. Boubée à appeler terrain nummulitique autre chose que le vrai terrain à Nummulites, il aurait été le premier à séparer ce qui appartient au terrain crétacé de ce qui est tertiaire, et à préciser nettement la date du soulèvement du système des Pyrénées.

Cette note était déjà remise à la Société lorsque j'ai reçu de M. Leymerie sa note sur les gîtes salifères des Pyrénées françaises (*Mém. de l'Acad. de Toulouse*). Il y abandonne la dénomination de *terrain épicrétacé*, et lui substitue celle de *terrains pyrénéens supérieurs*, appelant ainsi « *pyrénéens* tous » les terrains sédimentaires qui ont été affectés par le soulève-

» ment des Pyrénées, ou, en d'autres termes, toutes les couches » qui étaient déposées avant l'époque de cette grande catastrophe. » Cette nouvelle appellation, préférable sans aucun doute à la première, me semble donner trop facilement prise à des interprétations contraires à la pensée de M. Leymerie. En effet, entre Mirepoix et Chalabre, au pied des Pyrénées, et dans les Corbières, qui ne sont qu'une extension vers le N. des parties basses de ces montagnes, la mollasse d'eau douce miocène est, ainsi que je l'ai dit, relevée sous des angles de 16° à 40°, et parfois même jusqu'à la verticale, comme à l'E. de Carcassonne.

Séance du 18 juin 1849.

PRÉSIDENCE DE M. D'ARCHIAC.

M. Alexandre Rouault, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, M. le Président proclame membres de la Société :

MM.

ALADANE DELALIBARDE, docteur en médecine, à Paris, rue du Vieux-Colombier, 31, présenté par MM. de Brimont et Bayle;

Gregorio VERDU, lieutenant-colonel, capitaine du génie espagnol, professeur des sciences naturelles à l'École spéciale du corps du génie, à Guadalajara (Espagne); à Paris, rue Mazarine, 50, présenté par MM. d'Archiac et de La Roquette.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des savants;* mai 1849.

De la part de M. Clément Mullet, *Sur la valeur du mot* JOUR *dans la Bible, 1er et 2e chapitre de la Genèse* (extr.

lu n° 4 de l'année 1849 du *Journal asiatique*); in-8, 16 p. Paris, 1849; imprimerie nationale.

De la part de M. Ed. Collomb : 1° *Notice sur la marche compliquée des blocs erratiques faisant table à la surface des glaciers* (extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., t. VI, p. 161); in-8, 6 p. Paris, 1849.

2° *De l'envahissement séculaire des glaciers des Alpes. Observations faites en août et septembre* 1848 (tiré de la *Bibl. univ. de Genève*, janvier 1849); in-8, 27 p., 3 pl. Genève, 1849.

De la part de M. A. Delesse, *Sur le pouvoir magnétique des minéraux et des roches* (extr. du t. IV des *Ann. des mines*. — 4e sér., VIe livr. de 1848); in-8, 59 p. Paris, 1849.

De la part de M. Fitton, *A stratigraphical*, etc. (Description statigraphique de la section d'Atherfield à Rocken-end, sur la côte sud-ouest de l'île de Wight) (extr. du *Quarterly Journal of the geol. Soc. of London*, août 1847, vol. III); in-8, 46 p., 2 tableaux. Londres, 1847; chez Richard et John E. Taylor.

De la part de M. Henri Fournel, *Richesse minérale de l'Algérie; accompagné d'éclaircissements historiques et géographiques sur cette partie de l'Afrique septentrionale*. Publié par ordre du gouvernement; 1re livraison, feuilles 1-10, et pl. IIe; in-4. Paris, 1849; chez Carilian-Gœury et V. Dalmont.

De la part de M. Leymerie, *Note sur les gîtes salifères des Pyrénées françaises* (extr. des *Mém. de l'Acad. des sc. de Toulouse*); in-8, 10 p. Toulouse, chez Douladoure.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences; 1849, 1er sem., t. XXVIII, nos 23 et 24.

Annales des mines; 4e série, t. XIII, 3e livr. de 1848; t. XIV, 4e, 5e et 6e livr. de 1848.

L'Institut; 1849, nos 805 et 806.

Annales scientifiques, littéraires et industrielles de l'Auvergne; t. XII, mars et avril 1849.

The Athenæum; 1849, nos 1128 et 1129.

The Journal of the Indian archipelago and Eastern Asia; vol. III, nos 1 et 2, janv. et févr. 1849.

Sur l'invitation de M. le Président, la Société est appelée à

décider quel sera le lieu de sa réunion extraordinaire pour 1849. Après quelques discussions, la Société vote pour Épernay (Marne), où les membres de la Société et les personnes étrangères qui voudront bien se rendre à cette réunion devront se trouver le dimanche 23 septembre.

M. Nérée Boubée fait la communication suivante : *Observations sur les conditions géologiques du choléra*, par M. Nérée Boubée.

Ayant remarqué en 1832, lors de la première invasion du choléra, que certains points étaient désolés par le fléau, tandis que d'autres, même très voisins, étaient, les uns épargnés sensiblement, les autres complétement exempts, je me livrai à de longues recherches pour m'assurer s'il n'y avait pas quelque rapport essentiel entre la nature géologique du sol et cette tendance du choléra à ravager ou à épargner tels et tels points.

J'étais d'autant plus porté à faire à cet égard des études sérieuses, que déjà, dans mes voyages annuels de géologie classique, j'avais plusieurs fois observé que, dans les contrées où règnent diverses maladies endémiques, comme dans celles où se déclarent diverses épidémies et diverses épizooties, ces maladies s'arrêtent le plus souvent, dans chaque contrée, aux limites géologiques des formations qui y prédominent; et j'avais pu déjà me faire cette conviction, que chaque bassin géologique constitue comme un gisement naturel pour telle ou telle affection morbide; en un mot, que la *constitution médicale* de chaque pays dépend en quelque sorte de sa *constitution géologique et topographique*, du moins partout où cette constitution géologique locale offre des caractères nettement tranchés.

Et d'abord, on comprend que la nature des eaux servant aux usages de la vie, à la boisson, à la préparation des aliments, etc., est un élément très important de la constitution médicale de chaque contrée; car les eaux, selon qu'elles sont salines, alcalines, acides, gazeuses, ou chargées de telles ou telles matières minérales en dissolution ou en suspension, et en proportion plus ou moins considérable, introduisent perpétuellement dans nos tissus, dans nos fonctions digestives et dans celles des animaux, de véritables médicaments plus ou moins actifs, dont l'action incessante et accumulée doit avoir pour résultat infaillible, à certaines époques de la vie ou de l'année, ou sous l'influence d'une grande chaleur, d'une grande humidité, d'un grand

froid, etc., de déterminer tels ou tels phénomènes morbides qui se traduisent en épidémie ou en maladie endémique, et qui atteignent plus ou moins complétement tous les sujets soumis à ce même ensemble de conditions physiques et naturelles. Or la nature de l'eau résulte à peu près partout de la nature géologique du sol; car les eaux des sources, et des rivières tantôt dissolvent les matières minérales sur lesquelles elles coulent, et tantôt sont par elles dépouillées des matières qu'elles tenaient en suspension ou en dissolution : ce qui, dans l'un ou l'autre cas, dépend surtout de la nature minérale des roches qui se trouvent à la surface du sol, ou à la profondeur des puits, des sources, etc.

Or ce séjour et ce mouvement de l'eau dans les sols absorbants ne sauraient avoir lieu sans que cette eau y dissolve et y décompose une partie des matières minérales, animales ou végétales qui peuvent s'y trouver, et sans qu'elle y provoque la formation de gaz divers résultant de ces décompositions. Par conséquent, la nature des vapeurs et des gaz produits par de semblables évaporations devra varier infiniment, selon la nature minérale de ces roches, selon leurs propriétés hygroscopiques, et selon la nature et la proportion des matières minérales et végétales mortes ou vivantes qui s'y trouveront naturellement ou artificiellement mélangées.

Dès lors on conçoit que sur tel point où la roche absorbante sera, par exemple, de nature feldspathique, comme dans les contrées granitiques et volcaniques, et s'il y a, par conséquent, de la soude ou de la potasse en liberté ou en excès, l'eau absorbée par le sol deviendra aussitôt alcaline, et s'il n'y a d'ailleurs que peu ou point de matières animales ou végétales en décomposition, les vapeurs produites par de tels sols pourront n'exercer aucune action funeste sur l'économie animale. Du moins, on conçoit que le produit de l'évaporation, dans ce cas, doive être tout autre que celui qu'aura dû fournir un sol calcaire, un sol tourbeux, ou tout autre sol plus ou moins riche en matières acides, hydrogénées ou carbonées.

Mais, s'il s'agit d'un terrain très meuble, très absorbant, et en même temps très profond, comme le sont certaines craies, certains dépôts diluviens et même divers sols granitiques ou volcaniques entièrement décomposés, on conçoit que les eaux puissent alors s'y trouver si profondément enfouies, qu'elles ne puissent plus remonter à la surface, et qu'il n'y ait que peu ou point d'exhalaisons, même après des imbibitions considérables;

qu'ainsi des terrains qui pouvaient paraître éminemment propres à faciliter l'épidémie n'en éprouvent, au contraire, aucune atteinte. On doit remarquer aussi que, dans un pays où la culture est plus parfaite, où le sol est plus riche en humus, en engrais de nature animale ou végétale, les émanations dont je parle seront tout autres que celles des sols maigres, incultes ou mal cultivés.

Et, dans tous les cas, il est important de remarquer que l'évaporation simple de l'eau étant beaucoup moins funeste que l'exhalaison du sol, ce n'est pas le voisinage d'un grand réservoir d'eau pure qui peut exercer une influence pernicieuse (l'exemple de l'Hôtel-Dieu de Paris, bâti sur la Seine, et où l'épidémie n'a pas été plus meurtrière qu'ailleurs, démontre nettement ce principe), mais c'est l'ensemble de circonstances pouvant produire à la fois l'évaporation de l'eau et l'exhalaison du sol. Tels sont les lieux marécageux, où des eaux croupissantes tiennent des matières animales et végétales en décomposition, les terrains richement imprégnés d'engrais, les lieux où séjournent des saletés, des ordures, des détritus de matières animales ou végétales exposés à s'imprégner d'eau par la pluie ou même seulement par l'effet des vents humides, les plages argilo-sableuses, où la mer jette quelquefois des algues, des conferves, des polypiers, des méduses, des coquillages, qui entrent bientôt en décomposition et donnent lieu à des évaporations et à des exhalaisons considérables, etc.

Et d'un autre côté, les temps, les jours les plus meurtriers, toutes choses égales d'ailleurs, sont évidemment ceux où tout à la fois l'évaporation et surtout l'exhalaison seront les plus abondantes. Ainsi, après les grandes pluies, le sol est imprégné d'eau, non seulement à la surface, mais jusqu'à une profondeur plus ou moins grande. Pendant les pluies, il ne se produit qu'un peu d'évaporation à la surface de la terre; l'exhalaison du sol, au lieu d'être favorisée, est contrariée et refoulée par l'eau qui descend. Après la pluie, la surface du sol tend à se sécher; ce n'est encore là que de l'évaporation, et si la pluie reprend lorsque la surface du sol est à peine desséchée, il n'y aura encore d'aliment que pour l'évaporation. Mais lorsque la surface du sol a perdu son humidité, la terre commence à concentrer les rayons de chaleur solaire, et toute la surface s'échauffe jusqu'à une petite profondeur : c'est alors que l'évaporation commence à atteindre les zones inférieures du sol et à provoquer l'ascension des eaux inférieures et la fermentation

des matières décomposables. Alors, si l'échauffement et la dessiccation se prolongent et sont favorisés par une chaleur énergique et soutenue, il se produira une évaporation et surtout une exhalaison considérable très propre à aggraver l'épidémie, et dont l'intensité variera, comme on le voit, selon la nature minérale du sol, selon l'abondance des matières vaporisables et décomposables qu'il renferme, selon que sa porosité ou son hygroscopicité pourront favoriser ou ralentir cette évaporation et cette exhalaison, et selon que la chaleur qui les provoque sera plus forte et plus soutenue.

Il n'en faut pas davantage pour établir d'abord l'influence incontestable que doit exercer la nature géologique du sol sur la constitution médicale de chaque lieu, et sur son plus ou moins d'aptitude à admettre telle ou telle épidémie, et pour faire comprendre en outre combien ces conditions géologiques sont variables d'un point à un autre, et comment il faut tenir compte de toutes les circonstances naturelles et artificielles du sol, pour en apprécier exactement l'influence et la portée.

C'est en observant les épidémies à ce point de vue, qu'on reconnaîtra qu'il en est d'elles comme de la végétation, c'est-à-dire que, soit en général d'un lieu à un autre, soit en particulier d'un point à un autre dans un même bassin, il n'existe pas dans le sol géologique un changement, une modification naturelle ou artificielle qui ne se traduise par une influence directe sur l'intensité de l'épidémie. Et de même qu'auprès d'un champ fertile on trouve un champ improductif dont la stérilité est due à un vice constitutif et géologique du sol; de même, auprès d'un point ou d'un quartier de ville ravagé par le choléra, on en peut voir un autre très faiblement atteint, et cela en raison de la différence géologique du sol ou des conditions artificielles exerçant une influence analogue, telles qu'un pavage plus ou moins parfait, etc.

Le nombre des maladies qui sont en rapport avec la nature géologique du sol, et dans lesquelles la nature de l'eau employée aux usages domestiques exerce une haute influence, est beaucoup plus considérable qu'on ne le suppose. Ainsi, il résulte d'un grand nombre d'observations, que la *phthisie pulmonaire*, cette maladie lente et cruelle dont les ravages sont incalculables, se développe de préférence sur les terrains contenant des roches ou éléments calcaires, tandis qu'elle épargne les contrées dépourvues de cet élément géologique. Le *goître*, ainsi que M. Grange vient de le constater, affecte spécialement les

localités où existent des roches magnésiennes, et où par suite l'eau employée tient de la magnésie en dissolution, etc., etc.

Quant au *choléra* qui a fait le tour du monde, on peut se convaincre, par l'étude géologique des lieux, qu'il s'est répandu promptement, et avec toute son intensité, sur les points occupés par des roches inconsistantes et en général par des terrains tertiaires ou d'alluvion, tandis qu'il a paru se propager difficilement, perdre de son intensité, et s'éteindre bientôt dans les contrées occupées par des terrains plus anciens ou par des roches inabsorbantes, et notamment dans les lieux où règnent les formations primordiales.

Telle fut la conclusion des observations que j'eus l'honneur de présenter à l'Académie des sciences en 1832. Ces observations étaient basées sur des faits précis, positifs, auxquels cette année les faits si cruellement désastreux qui se produisent de jour en jour apportent la confirmation la plus complète.

Ainsi, pendant le mois de mai dernier, on a vu à Paris le fléau gagner, perdre et regagner alternativement de son intensité; on a pu remarquer que les périodes de recrudescence venaient toujours à la suite des jours humides ou pluvieux, pendant des jours plus secs ou plus chauds, qui donnaient naissance à une plus grande évaporation et à de plus grandes exhalaisons du sol. Ce fait s'est montré horriblement éclatant dès qu'est survenue, au commencement de juin, une série plus longue de chaleurs plus intenses; on a vu alors l'épidémie s'accroître en raison de la chaleur et des exhalaisons du sol. Mais aussitôt que des pluies abondantes et un abaissement notable de la température sont enfin venus transformer ces conditions funestes, le choléra a aussitôt perdu beaucoup de son intensité.

D'un autre côté, si l'on cherche à s'expliquer pourquoi tels ou tels quartiers de Paris ont été plus durement et plus constamment maltraités que d'autres, on en trouve la cause plausible dans les faits et principes que j'ai établis. Les points les plus ravagés, on le sait, ce sont : la *Salpétrière*, le *Gros-Caillou*, le 12e *arrondissement*, la *Villette*, les *Batignolles* et *Vaugirard*. Eh bien, la *Salpétrière*, au delà de la barrière Saint-Jacques, se trouve, comme le *Gros-Caillou* dans la plaine de Grenelle, au milieu d'un terrain sableux et caillouteux, que rien ne protége, que rien ne masque, et qui, toutes choses égales d'ailleurs, est le plus favorable à l'épidémie.

A l'intérieur de Paris, les conditions sont très différentes. Le sol parisien est incontestablement de nature à seconder active-

ment le choléra ; mais par le fait du pavage, il se trouve protégé et recouvert par une couche géologique artificielle de grès siliceux, de bitume et de granit, complétement impropre à absorber l'eau, et si bien, que n'était l'espace rempli de sable entre les pavés, espace que réduisent de jour en jour les perfectionnements introduits dans la taille et dans la pose des nouveaux pavés, Paris se trouverait, par le fait, artificiellement soustrait à l'influence du choléra et des épidémies analogues. Mais dans les quartiers pauvres, et surtout dans le 12e *arrondissement*, beaucoup de rues, du moins les petites ruelles et les cours intérieures des maisons, ne sont que très mal ou nullement pavées, en sorte que le sol y donne libre accès à l'absorption pendant les pluies et à l'exhalaison pendant les chaleurs ; joint à cela tout ce qui peut exister sur ces points de mauvaises conditions hygiéniques, on ne saurait être surpris de la différence énorme qu'y présente la mortalité, différence dont on apprécierait bien autrement l'importance, si les chiffres livrés au public approchaient seulement de la réalité.

Quant à la *Villette* et aux *Batignolles*, qui, étant les points les plus élevés du sol parisien, pouvaient se croire en bon air et les moins exposés, ils ont, au contraire, été les plus dévastés. Pourquoi cela ? parce que sur ces deux plateaux règne au-dessous du sol une couche argileuse presque imperméable, qui, retenant les eaux pluviales à une petite profondeur, les livre à une évaporation plus abondante, aussitôt qu'un peu de chaleur ou un air sec viennent à se faire sentir. Il en est de même à *Vaugirard*, qui est d'ailleurs entouré de terrains alluviens très bien caractérisés.

Je n'en finirais pas si je voulais entrer ici dans l'examen et l'explication des faits particuliers ; je dois pourtant en discuter encore quelques uns pour servir d'exemple en quelque sorte, et pour répondre aux objections que MM. de la Roquette, Hébert et Michelin m'ont présentées.

En 1832, le quartier le plus riche de Paris, le mieux tenu, le mieux pavé, la *Chaussée-d'Antin*, fut cruellement ravagé. D'après ce que j'ai dit pour le 12e arrondissement, la Chaussée-d'Antin eût dû être épargnée. Cela est vrai ; mais en 1832, et jusqu'à la lecture de mon Mémoire, on croyait qu'il importait beaucoup d'arroser et de laver les rues à grande eau pour les purger de toutes matières impures ; en conséquence, le Conseil de salubrité avait organisé un service de pompes qui, dès quatre

heures du matin, répandaient dans tout Paris, et plus abondamment dans le quartier privilégié de la finance que dans tous les autres, des torrents d'eau au moyen de pompes à incendie. Ainsi projetée avec force sur le sol, cette eau ne pouvait manquer de pénétrer entre les pavés et de fournir ainsi à l'épidémie un funeste aliment. Nul doute pour moi qu'une partie notable des ravages qu'exerça à Paris l'épidémie de 1832 ne soit due à cet arrosage si inopportun.

En ce moment, Rennes (Bretagne) est en proie au choléra. J'ai cependant indiqué la Bretagne comme une des contrées qui doivent être préservées en raison de la nature géologique du sol; rien n'est plus vrai, mais on sait que tout près de Rennes se trouve un petit bassin de terrain tertiaire, et que tout le sol de Rennes est en outre couvert de terrain diluvien comparable à celui de la plaine de Grenelle.

En 1832, le Danemark fut complétement épargné: cependant le Danemark est formé de craie et de sables d'une très grande épaisseur; mais cette grande profondeur de la craie et des alluvions est justement la cause qui a préservé le Danemark, ainsi que je l'ai expliqué au commencement de cette note.

La Suède et la Norwége, occupées par des terrains primordiaux, ont eu cependant un assez grand nombre de cholériques. C'est qu'en Suède et en Norwége le phénomène scandinave, c'est-à-dire le terrain diluvien, est très développé, et à tel point que la Suède et la Norwége sont des contrées classiques pour l'étude de ces dépôts; dès lors, on ne peut être surpris que le choléra s'y soit propagé.

A Lyon, il n'y a eu de cholériques que dans le faubourg de la Guillotière et dans la partie est de la ville et des environs. Cependant Lyon, avec ses rues étroites, avec sa population entassée et misérable sur plusieurs points, semblait devoir être vivement attaqué. Mais Lyon est bâti en partie sur le granit que l'on voit surgir en promontoire élevé au confluent du Rhône et de la Saône, tandis que les terrains diluviens qui règnent à l'est de la vallée s'étendent de ce côté jusqu'au pont de la Guillotière. Le choléra ne devait donc se propager que sur ce point et aux environs de la ville, dans les campagnes de l'est et du plateau de Saint-Laurent; la ville proprement dite, et tout ce qui est à l'ouest de la vallée devait être épargné, ce qui a eu lieu. L'exemple de Lyon est un de ceux qui démontrent de la manière la plus éclatante le principe que j'établis.

M. Delesse fait ensuite la communication suivante :

Recherches sur l'Euphotide, par M. A. Delesse, professeur de géologie à la faculté de Besançon.

La roche que je me propose d'étudier est celle que les géologues français (1) désignent sous le nom d'*Euphotide*, et qui constitue une variété du *Gabbro* (2) des géologues allemands et italiens.

Dans les variétés de Corse et des Alpes, qu'on regarde généralement comme types, ses minéraux constituants sont essentiellement le *feldspath* et la *diallage*, mais on y trouve aussi du *fer oxydulé*, un peu de *talc*, de *serpentine* et des *carbonates* complexes à base de fer, de chaux et de magnésie, etc.

Feldspath. — Le *feldspath*, qui appartient au sixième système, est, le plus généralement, de beaucoup le minéral dominant, ainsi que cela a lieu ordinairement pour les roches à deux éléments, qui sont essentiellement formées d'un feldspath du sixième système associé à un silicate de fer et de magnésie.

La couleur de ce feldspath est le blanc légèrement verdâtre; quelquefois cependant elle est d'un beau vert comme le feldspath du porphyre vert antique, ou bien au contraire elle tire sur le gris, qui peut même être mêlé d'une nuance bleuâtre, ainsi que cela a lieu dans certaines variétés d'euphotide de Corse; dans ces deux derniers cas, le feldspath est le plus souvent pénétré d'une manière intime par des lamelles de talc auxquelles il doit sa couleur verte ou grise.

Au premier abord, la cassure de l'euphotide paraît être compacte et céroïde, mais, lorsqu'on vient à l'examiner avec soin à la loupe, on reconnaît les stries parallèles et la macle caractéristique d'un feldspath du sixième système; le plus souvent, ce feldspath est en lamelles qui se fondent dans une pâte feldspathique qui n'a pas pu cristalliser; quelquefois, au contraire, la pâte tout entière est formée d'un agrégat de cristaux dont les extrémités sont cependant toujours terminées d'une manière confuse.

Le feldspath de l'euphotide fut d'abord désigné sous le nom de *jade* par de Saussure; puis, pour éviter qu'il ne fût confondu

(1) Cordier, Brongniart, Beudant, d'Omalius d'Halloy, Dufrénoy et Élie de Beaumont, etc.

(2) De Leonhardt, *Characteristik der Felsarten*, p. 131.

avec d'autres minéraux auxquels ce nom était attribué, M. Beudant a proposé celui de *saussurite;* la macle qu'il présente a porté plusieurs minéralogistes à le rapporter à l'albite, mais différentes analyses que j'ai eu l'occasion de faire m'ont montré que sa teneur en silice est toujours bien inférieure à celle de l'albite, même dans les échantillons sur lesquels on observe du quartz, et qu'elle ne dépasse pas celle du labrador.

Les propriétés du feldspath de l'euphotide sont celles de tous les feldspaths qui contiennent de l'eau de combinaison, et je les ai déjà fait connaître antérieurement (voir *Bulletin*, 2e série, t. VI, p. 410); comme il en contient généralement beaucoup, ces propriétés sont même très prononcées : ainsi il a un éclat gras, ses clivages sont très peu nets, ce qui explique pourquoi il résiste aussi fortement sous le marteau, et justifie le nom de feldspath tenace, qui lui avait été donné; enfin sa densité est très grande, car elle n'est guère inférieure à 2,80; assez généralement elle est rapprochée de 3,00, et elle peut même s'élever jusqu'à 3,4 d'après M. Naumann (1).

La grande densité du feldspath de l'euphotide me paraît encore une preuve qu'on peut citer pour démontrer que l'eau y est à l'état de combinaison : car parmi les feldspaths anhydres, celui dont la densité est la plus grande est l'anorthite, pour lequel elle est au plus de 2,76 (2); la densité de l'eau étant 1, le mélange d'une certaine quantité d'eau avec un feldspath tendrait donc à diminuer sa densité : par conséquent, dans un feldspath dont la densité atteint 3 ou 3,4, l'eau ne saurait être à l'état de mélange, et elle doit être à l'état d'eau de combinaison. Il ne serait pas non plus possible d'admettre qu'une substance étrangère telle que le carbonate de fer, dont la présence a été constatée dans ce feldspath, puisse augmenter sa densité jusqu'à 3,4, car on verra plus loin que la quantité de carbonate mélangé est certainement bien inférieure à 3,83 p. 100; et il est facile de calculer que, pour élever la densité de 2,76 à 3,00, il faudrait supposer un mélange de carbonate de fer d'au moins 23 p. 100. L'eau du feldspath est donc bien de l'eau de combinaison, et la discussion sur sa présence ne saurait s'établir que sur la question de savoir si cette eau est *contemporaine* de la formation du feldspath, ou *postérieure* à cette formation. D'ailleurs quand bien même il serait démontré que cette eau est *postérieure*

(1) Naumann, *Elemente der Mineralogie*, p. 307.
(2) Naumann, *Elemente der Mineralogie*, p. 306.

et qu'elle aurait remplacé, par exemple, une certaine quantité de bases entraînées par décomposition dans des composés solubles, il ne serait pas moins important de connaître la quantité d'eau qui entre dans un feldspath; car cette eau ne serait pas de l'eau hygrométrique, mais elle correspondrait à une phase déterminée de la *décomposition* et à un état particulier d'*équilibre chimique* pour le feldspath.

J'ai d'abord examiné une euphotide du Mont-Genèvre (Hautes-Alpes), provenant d'une collection de roches des Alpes que je dois à l'obligeance de M. Scipion Gras, ingénieur en chef des mines; cette roche avait une structure cristalline très développée, et le feldspath ainsi que la diallage étaient très nettement séparés l'un de l'autre. La diallage verte, un peu grisâtre, était en cristaux allongés de plusieurs centimètres de longueur; le feldspath que j'ai analysé était blanc verdâtre et en lamelles maclées et cristallines qui dépassaient souvent un centimètre de longueur.

Au chalumeau, ce feldspath fond en un verre blanc et bulleux.

Dans le tube fermé, il donne de l'eau et il devient blanchâtre.

Avec le borax, il se dissout, et l'on a une perle transparente.

Avec le phosphate de soude, dissolution difficile, mais qui peut cependant être complète.

Avec le carbonate de soude, des squelettes gonflés restent dans la perle, et il est impossible de les dissoudre.

Bien porphyrisé et traité par les acides chlorhydrique et sulfurique, il se gonfle et il se laisse attaquer.

J'ai trouvé pour sa composition :

	1° Carb. soude.	2° Acide fluorh.	Moyenne.
Silice.	49,73	»	49,73
Alumine.	29,80	29,50	29,65
Protoxyde de fer. . . .		0,85	0,85
Oxyde de manganèse. .	traces		»
Chaux.	11,29	11,07	11,18
Magnésie.	0,56	»	0,56
Soude.		4,04	4,04
Potasse.		0,24	0,24
Eau et acide carbonique.	3,75		3,75

Il faut observer que ce feldspath n'est pas pur; il contient en effet des lamelles de talc, des veinules d'une matière serpentineuse verte, et un carbonate.

Après calcination, on peut constater, à l'aide d'un examen microscopique, la présence du talc et de la matière serpentineuse dans les cristaux de feldspath; le talc forme alors des lamelles d'un brun de bois ayant un reflet nacré, qui sont disposées dans

le sens des fissures du feldspath, où elles recouvrent quelquefois des enduits très minces de la matière serpentineuse qui a pris également une couleur brunâtre.

La présence d'un carbonate dans les roches feldspathiques a déjà été signalée antérieurement par MM. Bischoff, Fournet, Durocher, C. Bergmann et Ch. Deville; ce carbonate est mélangé d'une manière intime avec les divers minéraux de la roche, et particulièrement avec le feldspath : dans les euphotides du Mont-Genèvre et d'Oderen (Vosges), que j'ai plus spécialement étudiées, il résiste à l'acide acétique; avec l'acide nitrique ou avec l'acide chlorhydrique à froid, tantôt il n'est pas attaqué, tantôt il ne fait qu'une effervescence très lente.

On peut observer, du reste, que l'acide carbonique se dégage d'une manière très inégale des fragments cristallins du feldspath de l'euphotide; et par conséquent il n'est pas engagé en combinaison avec le feldspath, mais il est simplement mélangé avec lui.

J'ai cherché à séparer ce carbonate en traitant à chaud, et avant calcination, des fragments du feldspath, par une eau régale faible; mais j'ai constaté que le talc, la matière serpentineuse et le feldspath sont eux-mêmes attaqués : le talc est certainement attaqué, car la silice reste sous forme de petites lamelles blanches nacrées, partout où il y avait des lamelles de talc; la matière serpentineuse paraît s'attaquer encore plus facilement que le talc, et, avant que l'effervescence des carbonates ait lieu, le fer qu'elle contient se dissout dans l'acide hydrochlorique et le colore en jaune; enfin, le feldspath lui-même doit être un peu attaqué, lors même qu'on emploie un acide faible.

Quoi qu'il en soit, j'ai opéré sur un gramme de feldspath de l'euphotide du Mont-Genèvre, qui vient d'être analysé, et j'ai déterminé la proportion des substances dissoutes par une eau régale faible. J'ai trouvé qu'il y avait :

Silice et alumine = 0,60, ... *protoxyde de fer* = 0,80, ...
chaux = 0,78, *magnésie* = 0,55.

Je n'ai d'ailleurs pas recherché les alcalis, mais il devait y en avoir une petite quantité.

La résistance du carbonate aux acides montre que ce doit être surtout un carbonate à base de fer renfermant peu ou point de chaux et de magnésie; mais, d'un autre côté, tout le fer qui a été obtenu n'est certainement pas à l'état de carbonate; une partie appartient au talc et aussi à la matière serpentineuse.

Il est probable que le carbonate mélangé avec le feldspath

n'est pas en quantité supérieure au carbonate correspondant au protoxyde de fer obtenu, ou à 1,30 p. 100, car l'essai avec un acide montre que l'effervescence est très faible, et que le feldspath que j'ai analysé ne pouvait contenir en mélange qu'une très petite quantité de carbonate ; en tous cas il en contient une quantité bien inférieure à la somme des carbonates de fer, de chaux et de magnésie calculée d'après les nombres trouvés pour les bases, somme qui est de 3,83 p. 100.

J'ai du reste cherché à doser directement l'eau de ce feldspath ; à cet effet j'en ai calciné 2 grammes dans un tube en verre vert usité pour les analyses organiques, et j'ai déterminé l'augmentation de poids d'un appareil à chlorure de calcium ; j'ai trouvé ainsi : *eau*, 2,50 p. 100. Ce nombre obtenu pour l'eau est certainement un *minimum*, car il devait encore en rester dans le tube, dans lequel on n'a pas fait passer un courant de gaz sec ; en outre, l'eau du talc ne se dégage qu'à une température bien plus élevée que celle à laquelle le tube a été chauffé. Un appareil de Liebig, placé à la suite du tube de chlorure de calcium, n'a pas augmenté de poids d'une manière sensible ; les carbonates n'avaient donc pas été décomposés à la température à laquelle il m'a été possible de chauffer.

Il me paraît résulter des recherches qui précèdent, que dans le feldspath du Mont-Genèvre la plus grande partie de la perte au feu doit être attribuée à l'eau, et qu'il n'y a qu'une petite quantité d'acide carbonique.

En admettant l'isomorphisme polymère de M. Scheerer, et en supposant que cette eau joue le rôle de base, on trouverait que la formule de ce feldspath serait à peu près celle de la variété pour laquelle j'ai proposé le nom de vosgite, tandis qu'en faisant abstraction de cette eau, elle se rapprocherait à peu près de celle du labrador.

Du reste, le feldspath de l'euphotide ne saurait être rapporté à une même variété de feldspath du sixième système, car l'analyse de cristaux de ce feldspath extraits d'un échantillon de l'euphotide d'Oderen (Vosges), qui était pénétré de quartz, m'a donné une teneur en silice qui s'élevait à 53 p. 100 ; elle est bien inférieure à celle de l'albite, mais elle est supérieure cependant à celle qui est habituelle au feldspath de l'euphotide. En effet, de Saussure et M. Boulanger (1), en analysant des feldspaths

(1) *Annales des mines*, 3e série, t. VIII, p. 159 ; et Rammelsberg, *Handwörterbuch*.

des euphotides du Mont-Genèvre et de la vallée d'Orezza (Corse), ont trouvé que leur teneur en silice pouvait s'abaisser jusqu'à 44, et même jusqu'à 43 p. 100; elle est, par conséquent, moindre que la précédente de 10 p. 100. La teneur en silice du feldspath de l'euphotide est donc assez variable, et l'on peut la regarder comme comprise le plus généralement entre 53 et 43 p. 100. Ce feldspath ne me paraît pas d'ailleurs pouvoir être rapporté à une variété déterminée de feldspath qui serait la même dans toutes les euphotides : il appartient toujours au sixième système cristallin; mais les analyses qui en ont été faites jusqu'à présent montrent que, par sa composition et par sa teneur en silice, il se rapproche tantôt du labrador, tantôt de la vosgite, tantôt même d'une variété d'anorthite.

Il résulterait donc de ce qui vient d'être dit, que dans une même roche le feldspath du sixième système, qui lui sert de base, n'aurait pas toujours une composition constante et ne se rapporterait pas à une même variété de feldspath; c'est en effet ce que j'ai eu l'occasion de constater, non seulement pour l'euphotide, mais encore pour des roches porphyriques intercalées dans le terrain de transition des Vosges, qui ont nécessairement été formées à une même époque. Par conséquent, on peut dire généralement que, *dans des roches appartenant à la même famille et qui sont du même âge, la teneur en silice du feldspath du sixième système peut varier dans des limites étendues, de telle sorte qu'il ne se rapporte pas toujours à la même variété de feldspath.*

En opposition avec ce qui précède, on peut remarquer que le feldspath du cinquième système, ou que l'orthose, a toujours au contraire une composition à très peu près *constante*, quelles que soient les roches dans lesquelles on l'observe. Une roche est donc définie d'une manière beaucoup plus complète lorsqu'on y a constaté la présence d'un orthose, que celle d'un feldspath du sixième système; car tandis que la composition du premier feldspath est à peu près constante, celle du deuxième varie lorsque l'on considère une même roche recueillie dans un même gisement.

Diallage. — La diallage de l'euphotide est verte, et le plus généralement elle a une nuance grise ou bronzée à éclat métallique; quelquefois, au contraire, elle est d'un beau vert d'émeraude, comme cela a lieu dans la variété de Corse qu'Haüy a désignée sous le nom de *smaragdite* : cette dernière variété contient du chrome, mais j'en ai trouvé aussi dans la diallage de l'euphotide d'Oderen, qui est vert grisâtre.

D'après MM. Haidinger (1) et Delafosse la *smaragdite* est formée d'amphibole associée à une variété de pyroxène, et M. G. Rose a montré qu'elle présente la même particularité que l'augite de l'Oural, qu'il a désignée sous le nom d'*ouralite*. MM. Kohler et G. Rose ont d'ailleurs fait voir que les diallages des euphotides de Harzburg et de la Prese sont également associées à de la hornblende, et il en est de même pour les diallages d'un grand nombre d'euphotides.

Fer oxydulé. — Le plus ordinairement, l'euphotide contient du *fer oxydulé* qui est souvent titanifère ou chromifère. On peut constater sa présence en promenant un barreau aimanté dans la poudre de la roche ; il est en cristaux quelquefois assez gros, visibles même à l'œil nu, qui sont intercalés entre les lamelles de diallage, et qui sont répartis dans la roche d'une manière très inégale, ainsi que cela a lieu pour les roches à grands cristaux.

Il y a aussi de la *pyrite de fer.*

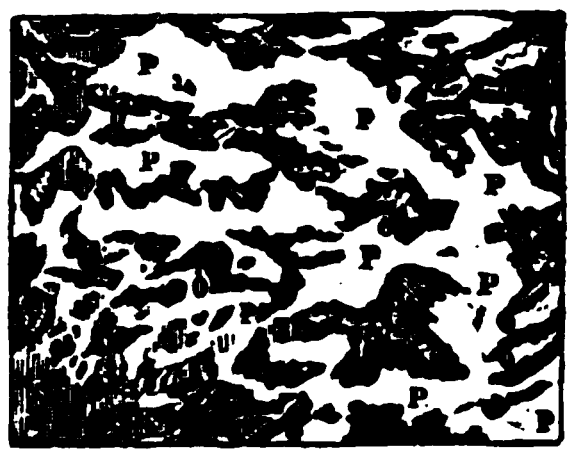
Talc. — Quoiqu'il soit le plus souvent très difficile à distinguer, le talc se trouve cependant presque constamment dans l'euphotide : sa couleur varie du vert-olive au vert-émeraude, au blanc et au gris bleuâtre; il a un éclat nacré; ses lamelles très minces sont superposées l'une à l'autre, et, le plus ordinairement, elles sont groupées en étoiles autour d'un centre; tantôt elles sont visibles même à l'œil nu; elles forment de petits nodules intercalés entre les vides laissés par le feldspath et par la diallage, et elles sont quelquefois associées à de la serpentine; tantôt, au contraire, elles sont tout à fait microscopiques, et elles pénètrent de la manière la plus intime les cristaux de feldspath, auxquels elles donnent une couleur foncée qui varie du vert au vert d'émeraude et même au gris : dans ce dernier cas, l'examen à la loupe ne suffit pas pour constater leur présence, mais il est nécessaire de calciner les cristaux de feldspath, et l'on voit que dans les joints de clivage, ou même suivant les fentes accidentelles qui traversent un cristal, il y a des lamelles extrêmement petites de talc. Avant calcination elles ont une couleur blanche ou légèrement verdâtre à éclat nacré; elles sont à peine visibles; après calcination, elles prennent une couleur brun de bois avec un reflet tombac, et, par leur couleur, elles se détachent bien du feldspath, qui est blanchâtre; on voit alors qu'elles recouvrent la serpentine qui paraît avoir rempli d'abord les inter-

(1) Gilbert, *Ann.*, t. XXXV, p. 367; et Hausmann, *Minéralogie.*

stices du cristal, et qu'elles sont groupées en étoiles autour d'un centre.

En faisant bouillir des cristaux de feldspath avec de l'acide chlorhydrique, j'ai reconnu que ces lamelles s'attaquent facilement, surtout avant calcination, et que la silice qui a conservé leur forme présente ensuite de petites étoiles blanches et nacrées partout où le feldspath avait été pénétré par le talc : cette pénétration du feldspath de l'euphotide par le talc est identique avec celle qui s'observe dans l'oligoclase de la protogine, et elle doit avoir la même origine.

Du reste, dans certaines variétés d'euphotide, le talc ne remplit plus seulement quelques fentes microscopiques, mais sans faire, à proprement parler, partie de la pâte de la roche, il y forme des nodules étoilés qui sont même quelquefois assez gros. Il m'a paru cependant que l'euphotide était alors un peu dégradée; sa pâte, bien que feldspathique, est peu cristalline, et la diallage y est peu abondante. Le calque ci-contre, qui a été pris sur une plaque polie d'une euphotide de Corse, donnera une idée du mode de gisement du talc dans ces variétés de la roche : on voit en effet que le talc est séparé de la pâte grisâtre et feldspathique P, et qu'il remplit des géodes G, très irrégulières, qui sont presque toutes allongées dans le même sens; il forme de petits nodules rayonnés dans ces géodes, ou il est associé avec des cristaux microscopiques de fer oxydulé O; la smaragdite S est d'ailleurs assez rare dans l'échantillon, et elle se fond quelquefois dans les géodes de talc, où il y a aussi un peu de diallage verte.



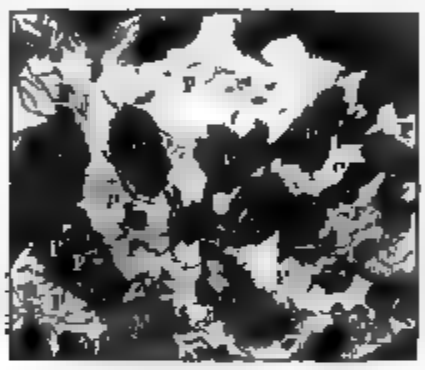
P Pâte feldspathique gris bleuâtre. | S Smaragdite.
G Géodes avec talc. | O Fer oxydulé.

J'ai pu recueillir assez de talc associé à l'euphotide d'Oderen pour l'analyser, et j'ai trouvé qu'il diffère seulement par une plus grande teneur en fer du talc type, tel que celui du Zillerthal; j'ai d'ailleurs observé le talc en lamelles microscopiques dans presque toutes les euphotides que j'ai examinées.

Serpentine. — De même que le talc, la *serpentine* forme le plus généralement des veinules microscopiques intercalées entre les minéraux des euphotides; dans quelques cas cependant, la serpentine devient tellement abondante, qu'on ne sait plus si l'on doit désigner la roche sous le nom de serpentine ou d'euphotide. Ainsi, à Oderen, M. Ed. Collomb et moi, nous avons recueilli des échantillons à pâte de serpentine présentant seulement quelques cristaux de feldspath qui donnent à la roche un aspect variolé.

L'association de la serpentine avec l'euphotide a également été signalée dans les Alpes par M. Scipion Gras.

Le calque ci-contre d'une plaque polie d'euphotide à grain moyen, bien caractérisée et riche en diallage, montre comment la diallage vert noirâtre D s'engage dans la pâte feldspathique blanc verdâtre P, et comment cette dernière est traversée par des fentes microscopiques disposées souvent en forme de dendrites F; ce sont ces fentes, qui ont une couleur vert clair, qui sont remplies de serpentine et de talc.



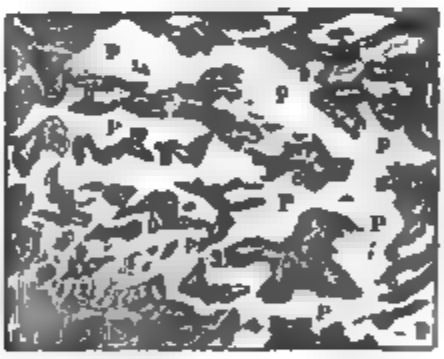
D Diallage et amphibole entremêlés. | P Pâte feldspathique.
F Serpentine et talc. | P' Pyrite de fer.

Carbonates. — Une euphotide bien caractérisée et pouvant être regardée comme type, telle que celle du Mont-Genèvre, d'Oderen, etc., produit une légère effervescence lorsqu'on la traite par l'acide chlorhydrique ou par l'eau régale; quelquefois cependant il est nécessaire d'élever un peu la température; avec l'acide acétique on n'observe généralement pas cette effervescence; il en résulte donc que le carbonate de l'euphotide n'est pas le carbonate de chaux pur, ni même la dolomie ou un carbonate de chaux magnésien, mais que c'est le plus ordinairement un carbonate à base de fer pouvant contenir de la chaux et de la magnésie. Ce carbonate pénètre non seulement la pâte feldspathique et les cristaux de feldspath, mais encore les cristaux de diallage, et il n'est d'ailleurs pas réparti d'une manière uniforme dans la roche.

stices du cristal, et qu'elles sont groupées en étoiles autour d'un centre.

En faisant bouillir des cristaux de feldspath avec de l'acide chlorhydrique, j'ai reconnu que ces lamelles s'attaquent facilement, surtout avant calcination, et que la silice qui a conservé leur forme présente ensuite de petites étoiles blanches et nacrées partout où le feldspath avait été pénétré par le talc : cette pénétration du feldspath de l'euphotide par le talc est identique avec celle qui s'observe dans l'oligoclase de la protogine, et elle doit avoir la même origine.

Du reste, dans certaines variétés d'euphotide, le talc ne remplit plus seulement quelques fentes microscopiques, mais sans faire, à proprement parler, partie de la pâte de la roche, il y forme des nodules étoilés qui sont même quelquefois assez gros. Il m'a paru cependant que l'euphotide était alors un peu dégradée; sa pâte, bien que feldspathique, est peu cristalline, et la diallage y est peu abondante. Le calque ci-contre, qui a été pris sur une plaque polie d'une euphotide de Corse, donnera une idée du mode de gisement du talc dans ces variétés de la roche : on voit en effet que le talc est séparé de la pâte grisâtre et feldspathique P, et qu'il remplit des géodes G, très irrégulières, qui sont presque toutes allongées dans le même sens; il forme de petits nodules rayonnés dans ces géodes, ou il est associé avec des cristaux microscopiques de fer oxydulé O; la smaragdite S est d'ailleurs assez rare dans l'échantillon, et elle se fond quelquefois dans les géodes de talc, où il y a aussi un peu de diallage verte.



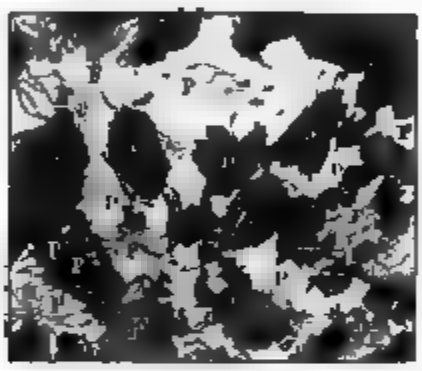
P Pâte feldspathique gris bleuâtre. | S Smaragdite.
G Géodes avec talc. | O Fer oxydulé.

J'ai pu recueillir assez de talc associé à l'euphotide d'Oderen pour l'analyser, et j'ai trouvé qu'il diffère seulement par une plus grande teneur en fer du talc type, tel que celui du Zillerthal; j'ai d'ailleurs observé le talc en lamelles microscopiques dans presque toutes les euphotides que j'ai examinées.

Serpentine. — De même que le talc, la *serpentine* forme le plus généralement des veinules microscopiques intercalées entre les minéraux des euphotides; dans quelques cas cependant, la serpentine devient tellement abondante, qu'on ne sait plus si l'on doit désigner la roche sous le nom de serpentine ou d'euphotide. Ainsi, à Oderen, M. Ed. Collomb et moi, nous avons recueilli des échantillons à pâte de serpentine présentant seulement quelques cristaux de feldspath qui donnent à la roche un aspect variolé.

L'association de la serpentine avec l'euphotide a également été signalée dans les Alpes par M. Scipion Gras.

Le calque ci-contre d'une plaque polie d'euphotide à grain moyen, bien caractérisée et riche en diallage, montre comment le diallage vert noirâtre D s'engage dans la pâte feldspathique blanc verdâtre P, et comment cette dernière est traversée par des fentes microscopiques disposées souvent en forme de dendrites F; ce sont ces fentes, qui ont une couleur vert clair, qui sont remplies de serpentine et de talc.



D Diallage et amphibole entremêlées. | P Pâte feldspathique.
F Serpentine et talc. | P' Pyrite de fer.

Carbonates. — Une euphotide bien caractérisée et pouvant être regardée comme type, telle que celle du Mont-Genèvre, d'Oderen, etc., produit une légère effervescence lorsqu'on la traite par l'acide chlorhydrique ou par l'eau régale; quelquefois cependant il est nécessaire d'élever un peu la température; avec l'acide acétique on n'observe généralement pas cette effervescence; il en résulte donc que le carbonate de l'euphotide n'est pas le carbonate de chaux pur, ni même la dolomie ou un carbonate de chaux magnésien, mais que c'est le plus ordinairement un carbonate à base de fer pouvant contenir de la chaux et de la magnésie. Ce carbonate pénètre non seulement la pâte feldspathique et les cristaux de feldspath, mais encore les cristaux de diallage, et il n'est d'ailleurs pas réparti d'une manière uniforme dans la roche.

Le carbonate à base de fer paraît être moins abondant dans l'euphotide que dans certains mélaphyres ou dans certains basaltes analysés par M. Bergmann, dans lesquels il constitue une notable proportion de la roche; mais quelquefois, ainsi que le fait observer M. de Leonhardt (1), dans certaines variétés d'euphotides qui paraissent être de passage ou de contact, et qui ont une structure bréchiforme, le carbonate de chaux peut devenir très abondant, et alors la serpentine et le talc sont généralement en quantité beaucoup plus grande que dans les euphotides proprement dites : ces roches avec carbonate de chaux, qui peuvent s'exploiter et se polir à peu de frais, sont très fréquemment employées pour la décoration des édifices; elles proviennent surtout des Alpes françaises, de Polzevera (2) et de Rochetta, près de Gênes.

Minéraux divers. — Dans son traité sur les roches, M. de Leonhardt (1) a depuis longtemps signalé dans l'euphotide les minéraux qui viennent d'être décrits; il mentionne en outre la *hornblende*, le *mica* et le *grenat*.

Enfin, on y trouve encore de la *chaux carbonatée*, du *quartz*, de l'*épidote*; mais ces minéraux, et surtout les deux derniers, paraissent principalement s'être formés dans des filons ou dans des stockwerk.

Quoique l'euphotide soit une roche cristalline à grandes parties, et qu'elle présente souvent plusieurs unités de différence dans la teneur en silice de son feldspath et de sa diallage, il est d'ailleurs naturel de penser, à cause de la faible teneur en silice de son feldspath, que du quartz n'a pas pu s'isoler dans sa pâte au moment de sa cristallisation.

Masse de la roche. — Comme dans l'euphotide bien caractérisée, le feldspath est généralement l'élément dominant; il en résulte que toutes les propriétés de la roche ne diffèrent pas beaucoup de celles de son feldspath.

Sa densité est un peu plus grande que celle du feldspath, à cause de la présence de la diallage; ainsi j'ai trouvé 3,10 pour la densité de l'euphotide de Corse avec smaragdite connue sous le nom de *verde di Corsica*.

J'ai déterminé la *perte au feu* du même échantillon qui est de 3,51; une variété de la roche précédente provenant égale-

---

(1) De Leonhardt, *Characteristik der Felsarten*, 135 et 136.
(2) De Leonhardt, *ibidem*, p. 133.

ment de Corse, et dans laquelle le feldspath avait une couleur gris bleuâtre, a donné 2,68.

L'euphotide du Mont-Genèvre perd 5,78, ce qui tient sans doute à ce qu'elle renferme beaucoup plus de carbonate dans sa pâte que dans les cristaux de feldspath.

J'ai fait un essai de l'euphotide du Mont-Genèvre en opérant sur 1 gramme de la poudre provenant de la pulvérisation de 1/2 kil., et j'ai obtenu pour sa composition :

Silice.	45,00
Alumine et peroxyde de fer. . . .	26,83
Chaux	8,49
Magnésie, soude et potasse (diff.).	13,90
Eau et acide carbonique.	5,78

La teneur en silice de cet échantillon est plus petite de 4 à 5 p. 100 que celle du feldspath de l'échantillon que j'ai analysé; cela doit être attribué soit au mélange des carbonates, soit à ce que dans l'échantillon qui a servi à l'essai de la masse la teneur en silice du feldspath était elle-même moindre : M. Boulanger (1) a constaté en effet qu'elle pouvait s'abaisser jusqu'à 43 p. 100.

L'essai ci-dessus conduit aux résultats que j'ai déjà énoncés précédemment pour les roches qui sont essentiellement formées d'un feldspath du sixième système uni à un silicate de fer et de magnésie : on voit, en effet, que *la masse de l'euphotide contient moins d'alumine, moins de chaux et moins d'alcalis, et au contraire plus de magnésie et plus de fer que le feldspath qui en forme la base.*

Dans des publications antérieures, j'ai déjà eu l'occasion de faire observer à plusieurs reprises que, dans les roches feldspathiques sans quartz, qui ont pour minéraux constituants un feldspath du sixième système et un silicate de fer, de magnésie et de chaux, tel que l'augite, la diallage, l'hypersthène, la hornblende, *la teneur en silice de la masse de la roche est à peu près égale à celle du feldspath constituant.*

Cela tient à deux causes : 1° A ce que le feldspath y est presque toujours le minéral dominant;

2° A ce que, le plus souvent, la silice s'est partagée également entre le feldspath et le silicate.

---

(1) Rammelsberg, *Handwörterbuch*, etc., p. 116.

Le carbonate à base de fer paraît être moins abondant dans l'euphotide que dans certains mélaphyres ou dans certains basaltes analysés par M. Bergmann, dans lesquels il constitue une notable proportion de la roche; mais quelquefois, ainsi que le fait observer M. de Leonhardt (1), dans certaines variétés d'euphotides qui paraissent être de passage ou de contact, et qui ont une structure bréchiforme, le carbonate de chaux peut devenir très abondant, et alors la serpentine et le talc sont généralement en quantité beaucoup plus grande que dans les euphotides proprement dites : ces roches avec carbonate de chaux, qui peuvent s'exploiter et se polir à peu de frais, sont très fréquemment employées pour la décoration des édifices; elles proviennent surtout des Alpes françaises, de Polzevera (2) et de Rochetta, près de Gênes.

Minéraux divers. — Dans son traité sur les roches, M. de Leonhardt (1) a depuis longtemps signalé dans l'euphotide les minéraux qui viennent d'être décrits; il mentionne en outre la *hornblende*, le *mica* et le *grenat*.

Enfin, on y trouve encore de la *chaux carbonatée*, du *quartz*, de l'*épidote*; mais ces minéraux, et surtout les deux derniers, paraissent principalement s'être formés dans des filons ou dans des stockwerk.

Quoique l'euphotide soit une roche cristalline à grandes parties, et qu'elle présente souvent plusieurs unités de différence dans la teneur en silice de son feldspath et de sa diallage, il est d'ailleurs naturel de penser, à cause de la faible teneur en silice de son feldspath, que du quartz n'a pas pu s'isoler dans sa pâte au moment de sa cristallisation.

Masse de la roche. — Comme dans l'euphotide bien caractérisée, le feldspath est généralement l'élément dominant; il en résulte que toutes les propriétés de la roche ne diffèrent pas beaucoup de celles de son feldspath.

Sa densité est un peu plus grande que celle du feldspath, à cause de la présence de la diallage; ainsi j'ai trouvé 3,10 pour la densité de l'euphotide de Corse avec smaragdite connue sous le nom de *verde di Corsica*.

J'ai déterminé la *perte au feu* du même échantillon qui est de 3,51; une variété de la roche précédente provenant égale-

---

(1) De Leonhardt, *Characteristik der Felsarten*, 135 et 136.
(2) De Leonhardt, *ibidem*, p. 133.

ment de Corse, et dans laquelle le feldspath avait une couleur gris bleuâtre, a donné 2,68.

L'euphotide du Mont-Genèvre perd 5,78, ce qui tient sans doute à ce qu'elle renferme beaucoup plus de carbonate dans sa pâte que dans les cristaux de feldspath.

J'ai fait un essai de l'euphotide du Mont-Genèvre en opérant sur 1 gramme de la poudre provenant de la pulvérisation de 1/2 kil., et j'ai obtenu pour sa composition :

Silice.	45,00
Alumine et peroxyde de fer. . . .	26,83
Chaux	8,49
Magnésie, soude et potasse (diff.).	13,90
Eau et acide carbonique.	5,78

La teneur en silice de cet échantillon est plus petite de 4 à 5 p. 100 que celle du feldspath de l'échantillon que j'ai analysé; cela doit être attribué soit au mélange des carbonates, soit à ce que dans l'échantillon qui a servi à l'essai de la masse la teneur en silice du feldspath était elle-même moindre : M. Boulanger (1) a constaté en effet qu'elle pouvait s'abaisser jusqu'à 43 p. 100.

L'essai ci-dessus conduit aux résultats que j'ai déjà énoncés précédemment pour les roches qui sont essentiellement formées d'un feldspath du sixième système uni à un silicate de fer et de magnésie : on voit, en effet, que *la masse de l'euphotide contient moins d'alumine, moins de chaux et moins d'alcalis, et au contraire plus de magnésie et plus de fer que le feldspath qui en forme la base.*

Dans des publications antérieures, j'ai déjà eu l'occasion de faire observer à plusieurs reprises que, dans les roches feldspathiques sans quartz, qui ont pour minéraux constituants un feldspath du sixième système et un silicate de fer, de magnésie et de chaux, tel que l'augite, la diallage, l'hypersthène, la hornblende, *la teneur en silice de la masse de la roche est à peu près égale à celle du feldspath constituant.*

Cela tient à deux causes : 1° A ce que le feldspath y est presque toujours le minéral dominant;

2° A ce que, le plus souvent, la silice s'est partagée également entre le feldspath et le silicate.

---

(1) Rammelsberg, *Handwörterbuch*, etc., p. 116.

1° Dans les mémoires (1) que j'ai publiés sur la constitution minéralogique et chimique des roches, j'ai fait voir en effet, soit pour les mélaphyres, soit pour le porphyre de Ternuay, soit pour la diorite orbiculaire de Corse, que le feldspath était de beaucoup le minéral dominant : ce résultat s'accorde d'ailleurs avec ceux obtenus récemment par M. C. Bergmann dans ses importantes recherches sur les roches volcaniques.

Dans toutes les roches feldspathiques dont il est question en ce moment, le feldspath ou la pâte feldspathique est donc le minéral dominant; tandis que le silicate, bien que très apparent à cause de sa couleur foncée, est toujours en petite proportion, et, lorsqu'il est disséminé dans toute la masse, il y remplit en quelque sorte le rôle d'une matière colorante.

2° La silice s'est souvent partagée également entre le feldspath et le silicate. C'est en effet ce qui résulte des analyses de minéraux constituants du porphyre de Ternuay et de la diorite orbiculaire : le partage de la silice a été d'autant plus égal que la roche paraît avoir cristallisé plus rapidement. Ainsi la teneur en silice est absolument la même, dans la hornblende de la diorite orbiculaire et dans l'augite du porphyre de Ternuay, que dans les feldspaths avec lesquels ces deux minéraux sont associés. Or la structure orbiculaire de la première roche et la structure porphyrique à petit grain de la deuxième paraissent annoncer une cristallisation rapide.

Lorsqu'au contraire la roche a une structure granitoïde à grande partie, et qu'elle est formée de minéraux atteignant plusieurs centimètres de dimension, auquel cas elle paraît avoir été soumise à une cristallisation lente, la silice ne s'est plus partagée aussi également entre le feldspath et le silicate.

Ainsi dans l'euphotide d'Oderen (Vosges), j'ai constaté que la teneur en silice du feldspath est environ de 53, tandis que celle de la diallage est de 49 : il y a donc une différence de 4 p. 100. Je suis porté à croire que dans les euphotides, qui sont presque toujours à grands cristaux, la différence dans la teneur en silice est le plus souvent de quelques centièmes. Comme d'ailleurs la diallage y est fréquemment assez abondante et en proportion beaucoup plus grande que le silicate de fer et de magnésie dans les roches dont il vient d'être question, on conçoit que, pour l'euphotide, la loi énoncée ci-dessus, d'après laquelle la

(1) *Ann. des mines*, 4e série, t. XII. — *Ann. de chimie et de physique*, 3e série, t. XXIV

teneur en silice d'une roche feldspathique est à peu près égale à celle de son feldspath constituant, ne sera plus qu'approximative, et, toutes choses égales, elle le sera d'autant plus qu'il y aura moins de diallage.

M. Hébert fait la communication suivante :

Note sur des fossiles du crag recueillis au Bosc d'Aubigny (Manche), par M. Éd. Hébert.

Une route ouverte il y a quelques années de Périers à Saint-Lô (Manche) mit à découvert, à 7 kilomètres de Périers, auprès du marais de Saint-Clair, au lieu dit le Bosc d'Aubigny, une couche de marne coquillière dont les fossiles ne paraissent point avoir été étudiés jusqu'ici (1). Nous avons recueilli au mois d'août dernier, dans cette localité, 22 espèces, dont l'une s'y trouve en quantité prodigieuse : cette coquille, que nous avons rapportée au *Buccinum prismaticum*, Brocc., est à elle seule dix fois plus abondante que toutes les autres espèces réunies.

Ces 22 espèces, que nous avons pu déterminer en grande partie, sont :

1. *Mactra*, espèce voisine de la *M. arcuata*, Sow. ; du crag de Norwich, de Suffolk et d'Anvers.
2. *Mactra*.
3. *Corbula nucleus*, Lamk., comprenant la *C. rotundata*, Sow., et la *C. gibba*, Brocc. ; vivante dans la Méditerranée et l'Océan ; fossile dans le crag de Norwich, de Suffolk et d'Anvers, dans le Plaisantin.

---

(1) En 1841, M. Lyell annonça (*Proceedings of the geological Society of London*) avoir recueilli, près *Rauville-la-Place*, 29 espèces, sur lesquelles M. Searles Wood en identifia 15 d'une manière certaine avec des espèces du crag de Suffolk, et 7 avec doute. — M. Lyell n'a jamais, que nous sachions, publié cette liste, ce que nous regrettons beaucoup ; car nous pensons qu'il a eu affaire aux mêmes fossiles que nous. Toutefois nous devons dire que *Rauville-la-Place* est à 30 kilomètres du *bosc d'Aubigny* (ce qui ne serait pas une raison pour que la même couche coquillière ne se trouvât pas en ces deux endroits), et qu'à *Rauville-la-Place*, le chemin qui va de Saint-Sauveur-le-Vicomte à Pont-l'Abbé a traversé une couche de marne fossilifère où nous n'avons trouvé aucune coquille du crag, mais bien le *Cerithium plicatum*, Lamk., fossile caractéristique du terrain miocène, avec cinq autres espèces de Cérites et une dizaine d'autres espèces appartenant aux genres *Murex*, *Mitra*, *Trochus*, etc. Toutes ces espèces sont très distinctes de celles que l'on trouve dans le terrain éocène de la contrée, et sont la plupart nouvelles.

M. Nyst (1843) la cite comme appartenant aussi aux fahluns de Bordeaux et de Touraine. Cette erreur, commise par Lamarck, avait été reconnue par M. Basterot; mais il avait à tort rapporté l'espèce fossile de l'Aquitaine à la *C. rugosa*, Lamk., de Grignon. M. Dujardin (1837) a rectifié cette nouvelle erreur et a donné à l'espèce fossile de Dax et de Touraine le nom de *C. carinata*.

4. *Lucina radula*, Lamk. (*L. antiquata*, Sow.); vivante dans l'océan Britannique; fossile dans le crag de Norwich, de Suffolk et d'Anvers.

5. *Axinus angulatus*, Sow., pl. 315.
— Nyst, pl. 6, fig. 13.

Les échantillons figurés dans Sowerby viennent du London-clay; ceux figurés par M. Nyst appartiennent au crag d'Anvers, à l'argile de Boom. Nos échantillons se rapportent à la description et à la figure de M. Nyst.

On cite cette espèce de Sicile, du calcaire de Palerme, des fahluns de Bordeaux; enfin elle vit dans la Méditerranée.

Il n'est pas bien certain pour nous que les échantillons provenant de ces diverses localités appartiennent à la même espèce.

6. *Astarte planata*, Sow.; du crag de Gunton.

7. *Astarte*, nov. sp.

8. *Nucula interrupta*, Poli (*N. emarginata*, Lamk.); habite l'Adriatique et la Méditerranée; fossile à Bolderberg (Limbourg), à Léognan, Saubrigues, etc.

9. *Ostræa ungulata*, Nyst; du crag d'Anvers.

10. *Calyptræa muricata*, Bast. [*C. squamulata*, *Renieri* (Nyst)]; vit dans la Méditerranée; se trouve à l'état fossile dans le Plaisantin, dans le crag d'Angleterre et d'Anvers, à Bordeaux, en Touraine.

Toutefois, dans l'échantillon que nous possédons du Bosc d'Aubigny, les écailles sont plus fortes que celles des échantillons de Bordeaux.

11. *Crepidula unguiformis*, Lamk.; habite la mer de Barbarie (Gmelin) fossile en Italie, Sicile, Morée; à Bordeaux et à Dax, dans les fahluns de Touraine.

12. *Natica crassa*, Nyst (*N. patula*, Sow.).

Les échantillons que nous avons recueillis au Bosc d'Aubigny appartiennent, sans aucun doute, à l'espèce du crag de Suffol

d'Anvers, dont M. Nyst a, avec raison, changé le nom, qui partenait depuis longtemps à une espèce du bassin de Paris. :tte espèce se trouve en outre aux environs de Perpignan et à :ti, dans les marnes subapennines; Brocchi l'avait rapportée la *N. canrena*, Lamk., mais nous pensons que l'espèce des enrons de Bordeaux, à laquelle M. Basterot a donné ce derer nom, et que M. Nyst a conservée dans la synonymie de :spèce qui nous occupe, en est entièrement distincte. La . *crassa*, Nyst, est donc jusqu'à présent spéciale aux dépôts ı crag et des marnes subapennines.

3. *Natica hemiclausa*, Sow.; du crag de Norwich, de Suffolk et d'Anvers, et des marnes subapennines d'Asti.

4. *Turritella vermicularis*, Brocc.; d'Asti.

5. *Acteon gracile*, E. Sism. (*Turbo gracilis*, Brocc.); d'Asti.

6. *Cerithium*, nov. sp.

7. *Cerithium*, nov. sp.

Petite espèce dont M. Deshayes nous a montré, de sa collecon, l'analogue vivant dans la Méditerranée.

8. *Buccinum granulatum*, Sow.; du crag de Norwich, de Suffolk et d'Anvers.

9. *Buccinum propinquum*, Sow.; du crag de Suffolk et d'Anvers

10. *Buccinum prismaticum*, Brocc.; d'Asti.

Cette espèce est aussi très voisine du *B. rugosum*, Sow., du :ag de Norwich, de Suffolk et d'Anvers; peut-être le *B. rugoum* n'est-il qu'une variété du *B. prismaticum*.

11. *Buccinum*, nov. sp.

Ce buccin, ainsi que les trois précédents, appartient à la section des nasses.

12. *Columbella*, nov. sp.

A ces *vingt-deux* espèces dont nous possédons des échantilons bien conservés, il faut en ajouter *cinq* qui ne sont représentées que par des fragments insuffisants pour la détermination les espèces. Ces fragments appartiennent aux genres *Dentalium*, *Cardium*, *Trochus*, *Cassidaria* et *Cypræa*.

Nous avons, de plus, recueilli au Bosc d'Aubigny un petit *polypier* et un fragment de patte de *crustacé*.

En résumé, les espèces dont nous venons de parler se classent le la manière suivante :

DÉSIGNATION DES ESPÈCES trouvées AU BOSC D'AUBIGNY.	Auteurs.	VIVANT.		FOSSILE.					
		Méditerranée.	Océan.	Marnes subapennines.	Crag. Norwich.	Crag. Suffolk.	Crag. Anvers.	Fahluns.	Londres-clay.
Corbula nucleus	Lamk.	*	*	*	*	*	*		
Lucina radula	Lamk.		*		*	*	*		
Axinus angulatus	Sow.	*					*	*	*
Astarte planata	Sow.					*			
Nucula interrupta	Poli.	*						*	
Ostrea angulata	Nyst.						*		
Calyptrea muricata	Basl.	*		*		*	*	*	
Crepidula unguiformis	Lamk.	*		*				*	
Natica crassa	Nyst.			*		*	*		
— hemiclausa	Sow.			*	*	*	*		
Turritella vermicularis	Brocc.			*					
Acteon gracile	E. Sism			*					
Cerithium, nov. sp.		*							
Buccinum granulatum	Sow.				*	*	*		
— propinquum	Sow.					*	*		
— prismaticum	Brocc.			*	*	*	*		
Total		6	2	8	5	9	10	4	17

L'inspection de ce tableau nous montre que les fossiles du Bosc d'Aubigny appartiennent à l'époque du crag ou à celle des marnes subapennines. Le petit nombre de fossiles qu'il a été jusqu'à présent possible de recueillir dans cette localité ne permet pas de décider si ces fossiles dépendent plutôt du crag de Suffolk que du crag de Norwick ou des marnes subapennines. Ils ont avec ces dépôts une ressemblance presque égale; mais il nous paraît démontré que la couche coquillière du *Bosc d'Aubigny* est plus récente que les fahluns de Touraine, avec lesquels elle n'a de communes que quelques espèces qui vivent encore aujourd'hui dans la Méditerranée, tandis qu'elle a bien plus de rapports avec le terrain pliocène d'Italie, malgré la distance qui les sépare géographiquement. Aussi nous n'hésitons pas à considérer cette couche comme *pliocène*.

Nous croyons aussi que la question que M. Lyell a élevée relativement à l'âge du crag rouge de Suffolk (*The Magazine of natural history*, july 1839, et *Proceedings of the geological Society of London*, t. III, 1841), dont il fait actuellement du terrain miocène, n'a point été résolue d'une manière satisfaisante. Il nous paraît difficile d'admettre qu'en Belgique, par exemple, le terrain miocène, si bien caractérisé par les fossiles

du Limbourg, puisse comprendre le crag d'Anvers, et l'identité de ce dépôt avec le crag rouge de Suffolk n'est contestée par personne. En attendant que de nouveaux documents nous apportent une conviction que nous n'avons pas encore, malgré toute l'estime et l'admiration que nous professons pour le talent si populaire de M. Lyell, nous continuerons de considérer le terrain miocène comme représenté en Belgique par les sables du Limbourg, et probablement dans la Manche par un dépôt très circonscrit, très peu épais, comme les autres dépôts tertiaires de cette contrée, lequel vient affleurer près de Rauville-la-Place. Le terrain pliocène sera toujours pour nous, en Belgique, le crag d'Anvers, en Angleterre, les deux crags, car ils n'ont pas moins de 73 espèces marines communes sur 92 que M. Wood a pu examiner du crag de Norwich, et enfin dans la Manche nous le retrouvons au Bosc d'Aubigny.

Dans cette localité, la position géologique de la couche pliocène est très remarquable. Elle est à peine à *huit* ou *dix* mètres au-dessus du niveau de la mer. Du point où on l'observe jusqu'à la Manche s'étendent, sans interruption depuis le marais Saint-Clair, les marais qui bordent la Taute et ses affluents, et vont rejoindre la mer par Carentan ou la vallée de la Vire. Le niveau de ces marais varie de *sept* mètres environ aux marais Saint-Clair à *deux* mètres à Carentan.

Les points des environs de Valognes, où l'on rencontre les couches tertiaires plus anciennes, sont plus élevés au-dessus du niveau de la mer. Il semble que depuis le commencement du dépôt du terrain tertiaire le sol se soit constamment et graduellement élevé.

La couche coquillière du Bosc d'Aubigny n'est recouverte que par un sol argileux rougeâtre avec silex, qui paraît appartenir à l'époque diluvienne ou quaternaire.

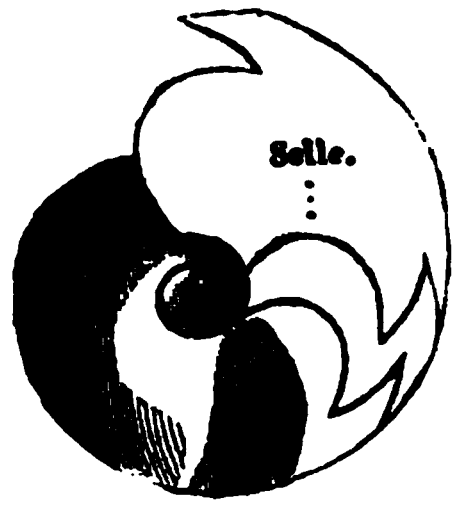
M. Michelin dit que, dans la localité citée par M. Hébert, M. de Gerville a trouvé deux Polypiers, dont l'un aurait son analogue à la Nouvelle-Hollande, tandis que l'autre, qui appartiendrait au genre *Flabellum*, se trouve dans les terrains tertiaires de l'Italie, et n'existe plus aujourd'hui.

M. Hébert répond qu'il n'a pas indiqué les Polypiers donnés par M. de Gerville à M. Michelin, par la raison qu'il ne signale dans sa note que les fossiles qu'il a recueillis lui-même, afin d'éviter toute possibilité d'erreur de gisement.

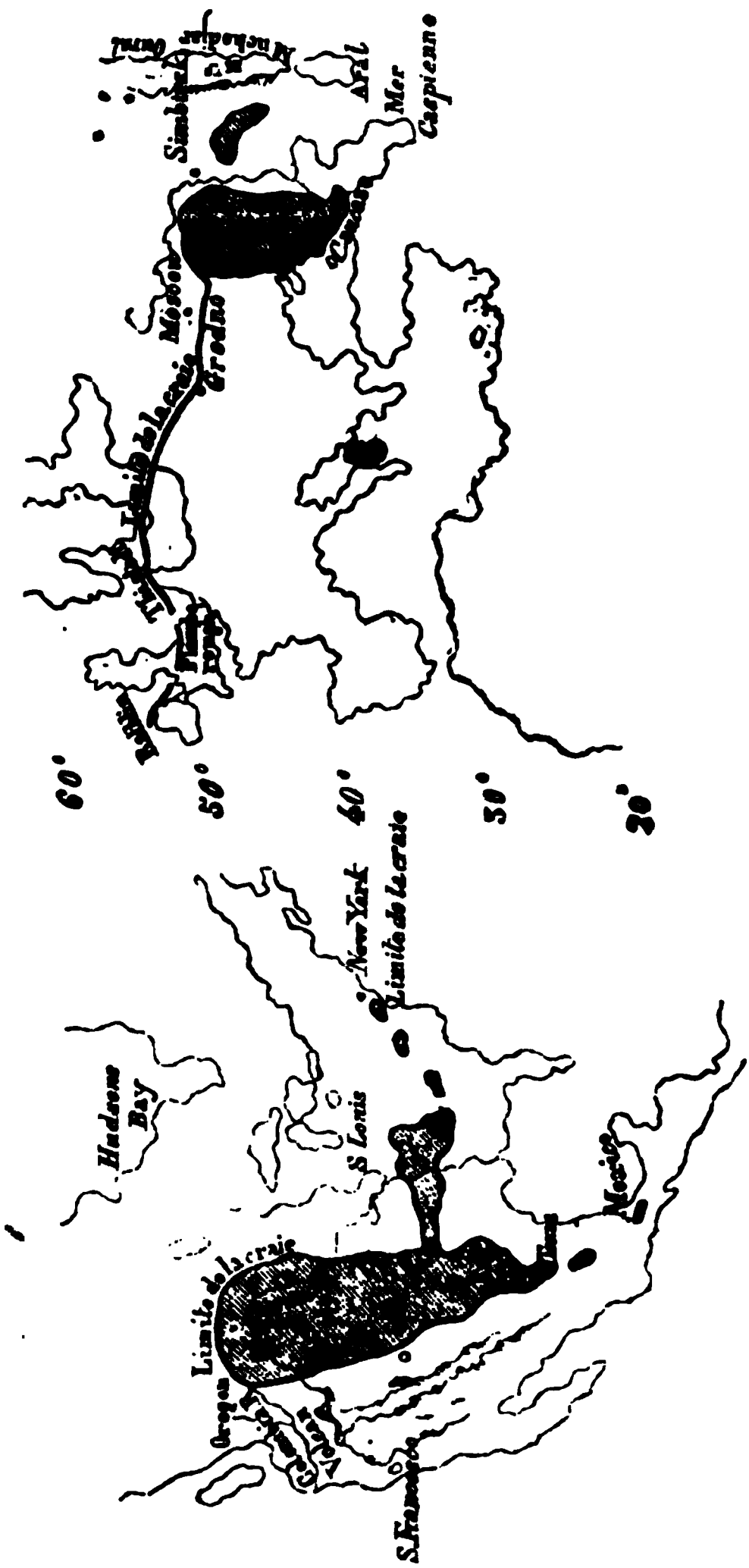
M. de Verneuil communique l'extrait suivant d'une lettre de M. Léopold de Buch.

Berlin, 20 avril 1849.

..... Je vous adresse, pour l'offrir à la Société, une monographie des Cératites. Peu disposé à faire des genres et des espèces, j'ai cru devoir étendre le domaine des Cératites, d'un côté, jusque fort avant dans la craie; de l'autre, jusqu'au fond des couches dévoniennes. Les Goniatites, à ce qui me semble, doivent se contenter de limites beaucoup plus restreintes, dans lesquelles elles formeraient une famille très naturelle et très caractérisée.



En effet, la *selle ventrale*, plus grande que tout le reste des lobes, est l'effet d'une organisation intérieure toute particulière, une aile ou un appendice qui ne se trouve plus chez les autres Céphalopodes. Les stries des côtés vont en arrière, jamais en avant, comme dans les Cératites; il n'y a jamais de lobes auxiliaires, les formes en général affectent un aspect globuleux, et jamais on ne voit des côtes saillantes ou des dents à côté du dos. Vous voyez que ces caractères ont quelques points de commun avec ceux des Clymenies; mais le siphon dorsal et le lobe dorsal qui l'entoure rattachent les Goniatites aux Ammonites, et les séparent des Nautiles. Je me suis occupé des limites de la craie, recherches présentées à notre Académie. Croiriez-vous qu'un petit endroit, dans la presqu'île de Jutland, nommé Thistedt, vous présente la craie la plus voisine du pôle, tant du boréal que du pôle austral. C'est la latitude de Milan, de Casan, d'Aberdeen en Écosse. La craie du Missouri s'élève jusqu'à 50° de latitude, mais pas au delà; et partout c'est la craie supérieure. Serait-ce un effet de température, comme le veut judicieusement M. Boué?



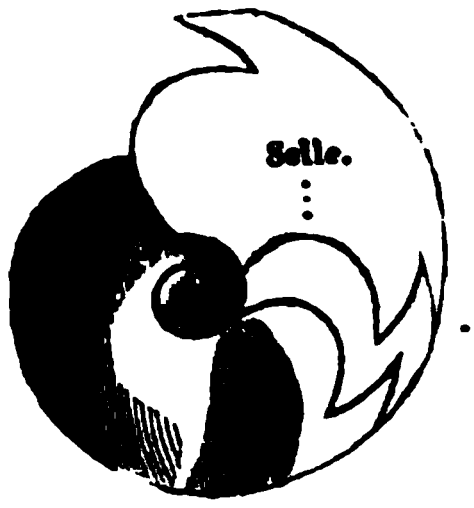
M. de Keyserling, Strajuosky, Middendorf ont vu la formation *jurassique* jusqu'à 72° de latitude. C'est bien différent de la craie.

Vous voyez que j'étends la craie beaucoup plus loin, vers les sources du Missouri, que ne le fait Lyell; mais je n'ai pas seulement le témoignage du prince de Neuwied pour mon asser-

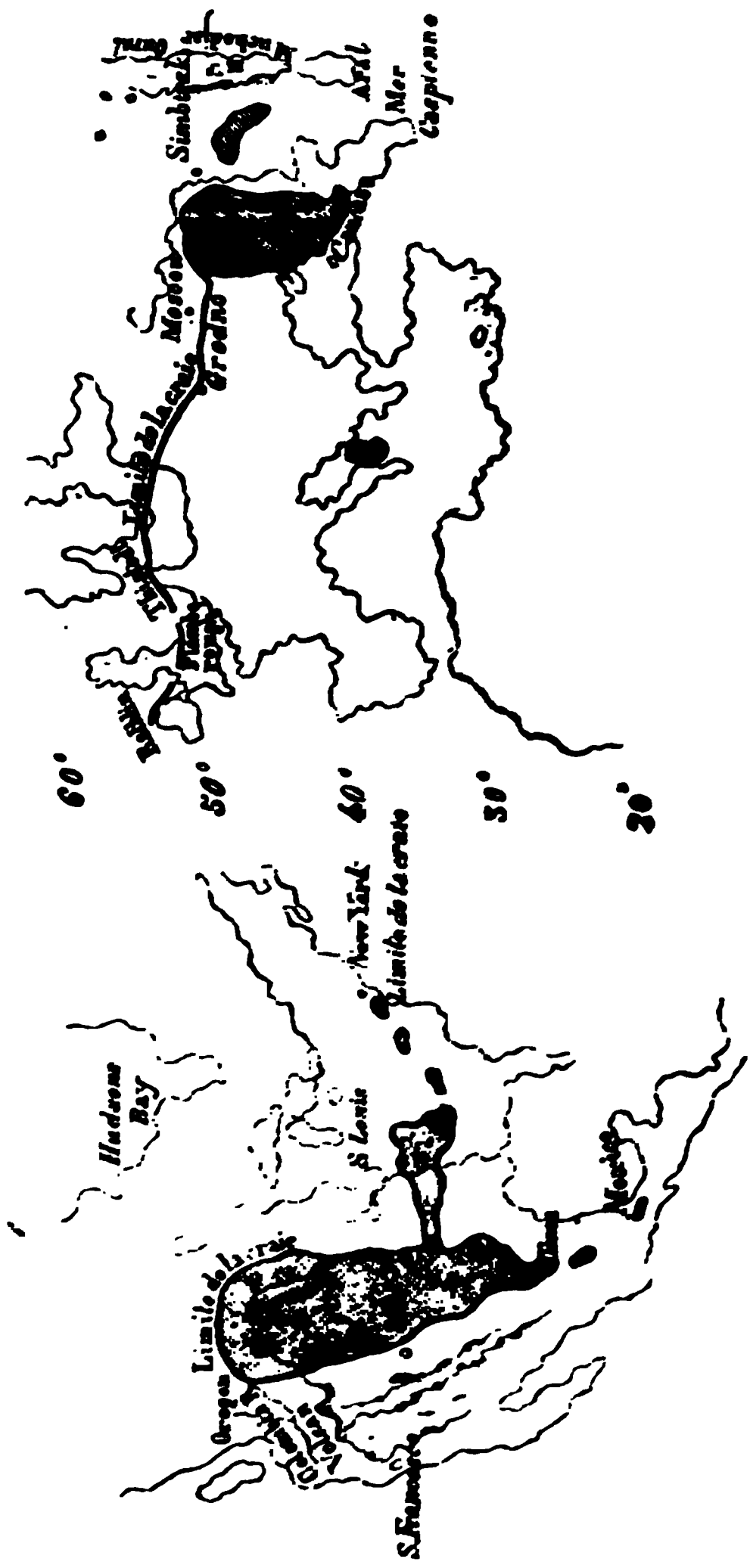
M. de Verneuil communique l'extrait suivant d'une lettre de M. Léopold de Buch.

Berlin, 20 avril 1849.

..... Je vous adresse, pour l'offrir à la Société, une monographie des Cératites. Peu disposé à faire des genres et des espèces, j'ai cru devoir étendre le domaine des Cératites, d'un côté, jusque fort avant dans la craie; de l'autre, jusqu'au fond des couches dévoniennes. Les Goniatites, à ce qui me semble, doivent se contenter de limites beaucoup plus restreintes, dans lesquelles elles formeraient une famille très naturelle et très caractérisée.



En effet, la *selle ventrale*, plus grande que tout le reste des lobes, est l'effet d'une organisation intérieure toute particulière, une aile ou un appendice qui ne se trouve plus chez les autres Céphalopodes. Les stries des côtés vont en arrière, jamais en avant, comme dans les Cératites; il n'y a jamais de lobes auxiliaires, les formes en général affectent un aspect globuleux, et jamais on ne voit des côtes saillantes ou des dents à côté du dos. Vous voyez que ces caractères ont quelques points de commun avec ceux des Clymenies; mais le siphon dorsal et le lobe dorsal qui l'entoure rattachent les Goniatites aux Ammonites, et les séparent des Nautiles. Je me suis occupé des limites de la craie, recherches présentées à notre Académie. Croiriez-vous qu'un petit endroit, dans la presqu'île de Jutland, nommé Thistedt, vous présente la craie la plus voisine du pôle, tant du boréal que du pôle austral. C'est la latitude de Milan, de Casan, d'Aberdeen en Écosse. La craie du Missouri s'élève jusqu'à 50° de latitude, mais pas au delà; et partout c'est la craie supérieure. Serait-ce un effet de température, comme le veut judicieusement M. Boué?



de Keyserling, Strajuosky, Middendorf ont vu la formation *sique* jusqu'à 72° de latitude. C'est bien différent de la

us voyez que j'étends la craie beaucoup plus loin, vers les es du Missouri, que ne le fait Lyell; mais je n'ai pas seu- nt le témoignage du prince de Neuwied pour mon asser-

tion, mais encore la nature elle-même. On m'a donné un superbe *Scaphites* provenant du Black-Hills (Missouri supérieur); ce fossile, ainsi que les Bélemnites et les Inocérames dont les prairies sont jonchées jusqu'au pied des « roches mountains, » ne laisse aucun doute sur la formation dont ces contrées se composent. Mais les roches mountains empêchent la formation crayeuse d'entrer dans l'Orégon ou la Californie. Elle manque entièrement dans les pays de l'Ouest, et non seulement vers l'embouchure de la Colombia, mais encore tout le long du Mexique.

Le Scaphite, que j'ai fait définir et décrire, est semblable à l'*Ammonites Conradi* de M. Morton (vol. VIII du *Journal de l'Académie de Philadelphie*); je l'ai nommé *Scaphites Conradi*. M. Ewald a trouvé que les Scaphites de Haltern, près d'Osnabruck, sont munis d'un *Aptychus*, aussi bien que les Ammonites, et ces *Aptychus* y sont toujours placés d'une manière constante, c'est-à-dire fort avant dans la dernière loge, et la pointe en bas, la partie large en haut. Le siphon passe immédiatement au-dessous de la séparation dorsale des deux moitiés de l'*Aptychus*. Les Ammonites de Solenhofen à *Aptychus* font remarquer la même disposition. Ceci me paraît mériter quelque attention.

Je vous prie de jeter un coup d'œil sur le Mémoire de M. Abich, qui se trouve dans l'exemplaire des Cératites adressé à la Société géologique. Vous verrez que M. Abich a soigneusement recherché la formation crayeuse dans le Daghestan, jusqu'aux plus hautes cimes du Caucase, sans se laisser arrêter par les coupe gorge de ces montagnes. Cette formation s'y trouve très développée; elle se présente avec une puissance d'au moins 5,000 pieds, et la plus grande partie est formée d'un néocomien des plus décidés. M. Abich m'ayant envoyé une charmante collection de ces montagnes, avec un catalogue raisonné, je vous en donnerai une petite liste; car c'est important, à mon avis, de voir ici la partie inférieure de la craie paraître d'une ma-

nière si imposante, quoiqu'elle disparaisse vers les limites de la formation entière.

1. *Inoceramus sulcatus* et *Inoc. concentricus*, comme si elles étaient de Folkstone. En couches entières avec *Exogyra haliotidea*, à une très grande hauteur, allant d'Akouscha à Temirchanska. *Exogyra laciniata*.
2. Cime du Forestchiclag. *Terebratula nuciformis* en abondance, avec *Terebr. biplicata angusta* (Haute-Rive). Römer, craie, t. 7, f. 5.
3. *Pholadomya donacina*, Goldfuss, t. 153, f. 8 *c*. Fourtschidag.
4. *Ostrea Milletiana*, d'Orb., 172, 5. Fourtschidag.
5. *Thetis minor* et *major*, d'Orb., 387, 4. Géodes dans un grès de 2,300 pieds d'épaisseur, couches inférieures dans la vallée de Koysou, en abondance et très beau; un agglomérat.
6. *Ammonites Milletianus*. Akouscha, Koysou.
7. *Ammonites Deshayesii*, comparé avec un exemplaire d'Atherfield Wight, qui avait été déterminé par M. Edm. Forbes d'après les exemplaires de Paris. *Lond. geol. Journ.*, III, pl. V, f. 2. D'Orb., 85, 1 A. Akouscha, Koysou.
8. *Ammonites Cornuellianus*, d'Orb. Koysou.
9. *A. infundibulum*, d'Orb., 39.
10. *A. Rothomagensis*, jusqu'à 2 pieds de diamètre. Vallée de Gergebil et Kotschalmaki. Grès avec points verts.
11. Grès vert avec *Ammon. Martini*, d'Orb., 58 A; *Toxoceras*, *Pleurotomaria elegans*, d'Orb., 190; *Serpula flagellum*, Goldf., 69, 5; *Thetis minor*. Géodes dans les marnes de Lawaschi.
12. *Terebratula Pisum*, couche entière. Akouscha.
13. *Perna Mulletii*. Partout elle parle à haut cri; vous savez qu'elle est aussi en Allemagne, au Grunen Plan, dans le bas de la vallée d'Akouscha.
14. *Pinna restituta*, Goldfuss, 188, 3; très bel exemplaire.
15. Agglomérat d'*Anomia lævigata* avec *Thetis minor*, entre *c* et *d*; couche qui longe la vallée à perte de vue.
16. *Ptychoceras Emericianus*, d'Orb., 137.
17. *Avicula*, *nov. sp.*, ou *Abichii?* Elle serait une *Crucella* pour M. de Keyserling; *Buchia* pour M. Rouillet. Cette surface striée est très particulière; elle se trouve plus haut, que tout depuis 12. Allant encore plus haut, dans la montagne d'Akouscha, on voit paraître la craie blanche à *Ananchytes ovata*.
18. *Ostrea diluviana*, Goldfuss, t. 75, f. 4 *d*, de Oreschouschou et de Choppa. Pierre calcaire brune; plus bas, une couche à *Terebratula nuciformis*.
19. *Trigonia aliformis*. Passage de Charickzile.
20. *Ammonites Hogardianus*, avec *Asturte striato-costata*. Sous Tschounoun.
21. *Ostrea carinata* de la cime du Chagdag, au-dessus de la limite des neiges perpétuelles à 13,200 pieds de hauteur.

22. *Nerinea nobilis*, Goldfuss, 176, 9, du Tsalbuzdag. M. Dubois de Montpéreux a trouvé la même au mont Sardal près d'Heleneadorf, à un mille de Gardja. C'est encore la même que celle qu'on trouve au pied de la Wand, à quelques lieues sud de Vienne.
23. Agglomérat de *Mactra*, qui est encore vivante dans la mer Caspienne; trouvé sur le penchant nord-est du Chagdag, à une hauteur de 6,738 pieds; elle forme une couche entière dans la plaine à Tarki.

M. le vice-secrétaire donne lecture de l'extrait suivant d'un Mémoire de M. Leymerie présenté à l'Académie, séance du 11 juin 1849.

Le terrain que nous voulons faire connaître à la Société a été spécialement étudié à Monléon et à Gensac, vers la limite qui sépare le département des Hautes-Pyrénées de celui de la Haute-Garonne, points où les fossiles sont nombreux et faciles à recueillir; mais on peut le suivre dans toute la largeur du dernier de ces deux départements par Saint-Marcet, Latoue, Saint-Martory, Roquefort, etc.

L'intérêt que présente ce terrain consistant surtout dans ses fossiles, nous nous contenterons, pour toute donnée géognostique, de dire que, dans les localités signalées en premier lieu, il occupe, en général, le flanc des collines dont la partie supérieure est formée par le terrain tertiaire. Il est constitué par des marnes jaunâtres et grises, et par des calcaires marneux, le tout reposant sur un calcaire blanc très peu fossilifère. Sa puissance est médiocre. Les strates mal caractérisées, en général, plongent irrégulièrement vers le N. ou aux environs de ce point. Tout ce que nous pouvons dire de la place qu'il occupe dans les terrains pyrénéens, c'est qu'il se trouve compris entre deux systèmes: l'un inférieur, composé de calcaires et de schistes noirs à Orbitolites coniques et à Caprotines (*calcaire à Dicérates*, Dufrénoy); et l'autre supérieur, qui est le *terrain à Nummulites* ou épicrétacé.

L'étude des fossiles de ce type a été faite avec soin. Sur 42 espèces bien caractérisées, 25 sont nouvelles, et sont décrites dans ce Mémoire; les autres, au nombre de 17, appartiennent presque toutes aux assises de la craie supérieure de Maëstricht.

Les principales espèces qui rappellent la craie inférieure sont :

1. *Ostrea lateralis*, Nilson.
2. *Terebratula alata*, Lamk.
3. *Ammonites Lewesiensis*, Sow.
4. *Baculites anceps*, Lamk.

Celles qui indiquent la craie blanche ordinaire sont :

1. *Ananchytes ovata*, Lamk.
2. *Pecten striatocostatus*, Goldf.
3. *Spondylus Dutempleanus*, d'Orb.
4. *Ostrea vesicularis*, Lamk.
5. *Ostrea larva*, Lamk.
6. *Terebratula alata*, Lamk.

Enfin, une analogie avec la craie de Maëstricht très marquée est indiquée par les fossiles suivants :

1. *Hemipneustes radiatus*, Agassiz.
2. *Ostrea larva*, Lamk.
3. *Thecidea radiata*, Defr.
4. *Natica rugosa*, Hœningh.
5. *Pecten striatocostatus*, Goldf.
6. *Ostrea vesicularis*, Lamk.

Ces fossiles ne sont pas disposés par groupes, se succédant suivant l'ordre d'ancienneté indiqué par des paléontologistes trop exclusifs, mais ils se trouvent mélangés de manière à occuper toutes les positions dans le sens de la hauteur. Les Ammonites et les Baculites, il est vrai, ne se montrent que vers la partie inférieure, mais avec des fossiles de la craie blanche et même de la craie de Maëstricht.

Un paradoxe paléontologique bien remarquable offert par ce terrain consiste dans la présence comme fossiles habituels et caractéristiques, au milieu de marnes grises et bleuâtres qui forment la base du système marneux, de la *Terebratula Venei*, Leym., et de l'*Ostrea lateralis*, Nilson, espèces qui jouent un rôle également important dans le département de l'Aude, au milieu d'une faune essentiellement tertiaire.

Une prodigieuse quantité d'*Orbitolites* discoïdes caractérisent ce terrain, comme type méditerranéen, dans plusieurs de ses gisements, notamment à *Gensac* et à *Saint-Marcet;* mais je n'y ai pas rencontré jusqu'à présent une seule Nummulite, ce fossile se trouvant exclusivement dans le système supérieur déjà cité.

Par suite de cette communication, M. Hébert présente les observations suivantes :

M. Leymerie annonce avoir découvert un terrain dont les fossiles représentent en même temps toutes les assises de la craie proprement dite, depuis la craie chloritée jusques et y compris la craie supérieure de Maëstricht. Il fait de ce terrain

un nouveau type parallèle à la craie. Il donne pour preuve de ses conclusions, que parmi les *quarante-deux* espèces qu'il a recueillies, *quatre* appartiennent à la craie inférieure, *six* à la craie blanche, et *six* à la craie de Maëstricht. Nous avons été assez heureux, grâce à l'obligeance de M. Bayle, pour pouvoir examiner les fossiles que cite M. Leymerie, et qu'il a envoyés à la collection de l'École des mines. Ces fossiles ne nous paraissent nullement autoriser les conclusions précédentes, mais bien plutôt démontrer que le terrain auquel ils appartiennent représente uniquement la craie de Maëstricht, et peut-être aussi la partie supérieure de la craie blanche, qui d'ailleurs se montre aussi à Maëstricht dans les mêmes conditions.

En effet, la craie de Maëstricht est parfaitement indiquée par les six espèces que cite M. Leymerie, et qui sont *Hemipneustes radiatus*, Ag.; *Ostrea larva*, Lamk.; *Thecidea radiata*, Defr.; *Natica rugosa*, Hœninghaus; *Pecten striato-costatus*, Goldf., *Ostrea vesicularis*, Lamk. Ces six espèces sont communes à Maëstricht; mais parmi les six autres, citées comme indiquant la craie blanche, il y en a trois, *Pecten striato-costatus*, Goldf.; *Ostrea vesicularis*, Lamk.; *Ostrea larva*, Lamk., qui, appartenant déjà à la série précédente, ne peuvent rien indiquer en faveur de la craie blanche. Les fossiles qui prouveraient l'existence de la faune de cette époque seraient donc : *Ananchytes ovata* (var.), Lamk.; *Terebratula alata*, Lamk.; *Spondylus Dutempleanus*, d'Orb.; comme aussi ceux qui prouveraient la présence de la faune de la craie chloritée seraient : *Ostrea lateralis*, Nilson; *Ammonites Lewesiensis*, Sow.; *Baculites anceps*, Lamk. Je n'écris point de nouveau la *Terebratula alata*, qui ne peut point prouver à elle seule deux choses à la fois. Quand bien même ces six espèces seraient très exactement déterminées et se rapporteraient bien aux époques auxquelles M. Leymerie les attribue, dans notre opinion, cela ne prouverait rien; il n'y aurait rien d'étonnant pour nous à ce que l'on trouvât à Maëstricht, sur quarante-deux espèces, trois espèces de Meudon et trois espèces de Rouen. Ce fait ne s'est point révélé; mais, quand même il serait authentique, nous n'en conclurions pas pour cela que les trois faunes se trouvent réunies en une seule. Il n'en est point ainsi : en effet, l'espèce la plus remarquable et qui prouverait le plus, c'est sans contredit le *Baculites anceps*, Lamk.; or, en admettant même, ce que nous ne pensons pas, que cette espèce soit différente de celle de Maëstricht, elle serait alors particulière à la craie de Valognes.

que personne aujourd'hui ne rapporte à la craie chloritée, mais bien à la craie de Maëstricht, et qui est à peu près contemporaine du calcaire pisolithique des environs de Paris.

Quant à l'*Ammonites Levesiensis*, Sow., cette espèce appartient aussi à la craie supérieure de Valognes, et sans garantir, ce dont nous doutons beaucoup, que ce soit la même espèce que l'on rencontre à la montagne Sainte-Catherine et dans la craie tufeau de Touraine, nous pouvons au moins en conclure qu'elle n'a point le droit de représenter la faune de la craie chloritée.

Ce droit ne saurait appartenir non plus à la *T. alata*, Lamk., que M. Leymerie, d'ailleurs, attribue aussi à la craie blanche; et, de plus, nous avons recueilli à Valognes, dans la craie supérieure, des Térébratules qui se rapprochent plus de la *T. alata* de M. Leymerie, que nous avons vue à l'École des mines, que celle-ci ne se rapproche de la *T. alata* de la craie blanche.

Que reste-t-il donc pour représenter la craie chloritée? L'*Ostrea lateralis*, Nilson. Je laisse à décider si c'est là un argument suffisant.

Ce que nous venons de dire relativement à la craie chloritée s'applique à la craie blanche. Il ne reste, en effet, que deux fossiles qui ne se rattachent point aux couches inférieures ou supérieures. Ce sont : *Ananchytes ovata* (var.), Lamk.; *Spondylus Dutempleanus*, d'Orb.; et encore faudrait-il être bien sûr que cette variété de l'*Ananchytes ovata* n'est pas l'*A. semiglobus*, Lamk., de Ciply et de Valognes, les échantillons de cette espèce que l'on rencontre à Valognes ayant avec l'*A. ovata* une bien grande ressemblance.

Quoi qu'il en soit, il nous paraît résulter de cette discussion, avec la dernière évidence, que les déductions que M. Leymerie a tirées de sa découverte, relativement au mélange dans les mêmes couches des faunes de Maëstricht, de Meudon et de Rouen, ne sont point exactes; ce qui n'ôte rien au mérite de sa découverte en elle-même et à l'intérêt que cette extension donnée ainsi au sud à la craie de Maëstricht ne peut manquer d'exciter parmi les géologues.

M. le vice-secrétaire donne lecture de la notice suivante, adressée de Philadelphie par M. J. Marcou.

un nouveau type parallèle à la craie. Il donne pour preuve de ses conclusions, que parmi les *quarante-deux* espèces qu'il a recueillies, *quatre* appartiennent à la craie inférieure, *six* à la craie blanche, et *six* à la craie de Maëstricht. Nous avons été assez heureux, grâce à l'obligeance de M. Bayle, pour pouvoir examiner les fossiles que cite M. Leymerie, et qu'il a envoyés à la collection de l'École des mines. Ces fossiles ne nous paraissent nullement autoriser les conclusions précédentes, mais bien plutôt démontrer que le terrain auquel ils appartiennent représente uniquement la craie de Maëstricht, et peut-être aussi la partie supérieure de la craie blanche, qui d'ailleurs se montre aussi à Maëstricht dans les mêmes conditions.

En effet, la craie de Maëstricht est parfaitement indiquée par les six espèces que cite M. Leymerie, et qui sont *Hemipneustes radiatus*, Ag.; *Ostrea larva*, Lamk.; *Thecidea radiata*, Defr.; *Natica rugosa*, Hœninghaus; *Pecten striato-costatus*, Goldf., *Ostrea vesicularis*, Lamk. Ces six espèces sont communes à Maëstricht; mais parmi les six autres, citées comme indiquant la craie blanche, il y en a trois, *Pecten striato-costatus*, Goldf.; *Ostrea vesicularis*, Lamk.; *Ostrea larva*, Lamk., qui, appartenant déjà à la série précédente, ne peuvent rien indiquer en faveur de la craie blanche. Les fossiles qui prouveraient l'existence de la faune de cette époque seraient donc : *Ananchytes ovata* (var.), Lamk.; *Terebratula alata*, Lamk.; *Spondylus Dutempleanus*, d'Orb.; comme aussi ceux qui prouveraient la présence de la faune de la craie chloritée seraient : *Ostrea lateralis*, Nilson; *Ammonites Lewesiensis*, Sow.; *Baculites anceps*, Lamk. Je n'écris point de nouveau la *Terebratula alata*, qui ne peut point prouver à elle seule deux choses à la fois. Quand bien même ces six espèces seraient très exactement déterminées et se rapporteraient bien aux époques auxquelles M. Leymerie les attribue, dans notre opinion, cela ne prouverait rien; il n'y aurait rien d'étonnant pour nous à ce que l'on trouvât à Maëstricht, sur quarante-deux espèces, trois espèces de Meudon et trois espèces de Rouen. Ce fait ne s'est point révélé; mais, quand même il serait authentique, nous n'en conclurions pas pour cela que les trois faunes se trouvent réunies en une seule. Il n'en est point ainsi : en effet, l'espèce la plus remarquable et qui prouverait le plus, c'est sans contredit le *Baculites anceps*, Lamk.; or, en admettant même, ce que nous ne pensons pas, que cette espèce soit différente de celle de Maëstricht, elle serait alors particulière à la craie de Valognes,

Une personne aujourd'hui ne rapporte à la craie chloritée, mais bien à la craie de Maëstricht, et qui est à peu près contemporaine du calcaire pisolithique des environs de Paris.

Quant à l'*Ammonites Levesiensis*, Sow., cette espèce appartient aussi à la craie supérieure de Valognes, et sans garantir, ce dont nous doutons beaucoup, que ce soit la même espèce que l'on rencontre à la montagne Sainte-Catherine et dans la craie tufeau de Touraine, nous pouvons au moins en conclure qu'elle n'a point le droit de représenter la faune de la craie chloritée.

Ce droit ne saurait appartenir non plus à la *T. alata*, Lamk., que M. Leymerie, d'ailleurs, attribue aussi à la craie blanche; et, de plus, nous avons recueilli à Valognes, dans la craie supérieure, des Térébratules qui se rapprochent plus de la *T. alata* de M. Leymerie, que nous avons vue à l'École des mines, que celle-ci ne se rapproche de la *T. alata* de la craie blanche.

Que reste-t-il donc pour représenter la craie chloritée? L'*Ostrea lateralis*, Nilson. Je laisse à décider si c'est là un argument suffisant.

Ce que nous venons de dire relativement à la craie chloritée s'applique à la craie blanche. Il ne reste, en effet, que deux fossiles qui ne se rattachent point aux couches inférieures ou supérieures. Ce sont : *Ananchytes ovata* (var.), Lamk.; *Spondylus Dutempleanus*, d'Orb.; et encore faudrait-il être bien sûr que cette variété de l'*Ananchytes ovata* n'est pas l'*A. semiglobus*, Lamk., de Ciply et de Valognes, les échantillons de cette espèce que l'on rencontre à Valognes ayant avec l'*A. ovata* une bien grande ressemblance.

Quoi qu'il en soit, il nous paraît résulter de cette discussion, avec la dernière évidence, que les déductions que M. Leymerie a tirées de sa découverte, relativement au mélange dans les mêmes couches des faunes de Maëstricht, de Meudon et de Rouen, ne sont point exactes; ce qui n'ôte rien au mérite de sa découverte en elle-même et à l'intérêt que cette extension donnée ainsi au sud à la craie de Maëstricht ne peut manquer d'exciter parmi les géologues.

M. le vice-secrétaire donne lecture de la notice suivante, adressée de Philadelphie par M. J. Marcou.

Note sur la houille du comté de Chesterfield, près de Richmond (État de Virginie), par M. J. Marcou.

Depuis quelques années, l'âge relatif de la houille virginienne des environs de Richmond a vivement intéressé les géologues qui ont étudié l'Amérique du Nord, et a donné lieu à différentes opinions, surtout relativement à la comparaison que l'on cherche à établir entre les diverses époques géologiques des États-Unis et de l'Angleterre. Je vais rappeler brièvement les différentes publications qui ont été faites sur cette formation, et donner quelques détails sur la position orographique de ce petit bassin houiller.

Les chaînes des Alléghanys se terminent à l'E. par une petite ligne de collines que l'on nomme *Blue-Ridge* (montagnes Bleues), formées de granite et d'un trapp épidotique. A l'O. du *Blue-Ridge*, jusqu'à la partie supérieure du Missouri, s'étendent de nombreuses séries de roches sédimentaires appartenant toutes aux terrains paléozoïques, tandis qu'à l'E. de ce rideau de montagnes Bleues on ne trouve que des roches sédimentaires appartenant aux terrains secondaires et tertiaires. Les géologues américains ont rapporté au *new red sandstone*, ou trias, une série de couches de grès rouge assez peu puissante, et renfermant un très petit nombre de fossiles, surtout au S. de New-York. Ces couches triasiques de l'Amérique suivent la direction générale des Alléghanys, en déviant seulement de 5° ou 6° vers le S. En dehors de cette formation du *new red sandstone* on trouve, seulement dans l'État de Virginie, trois petits bassins présentant une formation tout à fait spéciale, dont la position est plus à l'O. du *Blue-Ridge*, et dont la direction générale dévie de 15° plus au S., par rapport aux Alléghanys. Cette différence entre les directions du *new red sandstone* et cette formation spéciale à la Virginie établissent avec certitude une différence d'âge entre ces deux étages, et si l'on peut démontrer un jour exactement que le *new red sandstone* américain a été formé dans la même époque que le trias de l'Europe centrale, alors on pourra être certain que la houille du Chesterfield n'appartient pas à l'époque triasique; mais, jusque-là, je crois qu'il serait imprudent de rejeter entièrement la possibilité de la contemporanéité de la houille virginienne avec le keuper européen.

Cette formation spéciale à l'E. de la Virginie commence à

25 milles au S.-O. de Washington, sur la rive droite de la rivière du Potomac; elle se divise, ainsi que je l'ai dit précédemment, en trois petits bassins, dont le premier se termine un peu au N. de Fredericksburg; il ne renferme pas de houille, mais seulement les grès de la partie supérieure. Le bassin du milieu, qui est beaucoup plus petit que les deux autres, se trouve à égale distance de Richmond et de Fredericksburg; il est traversé par le chemin de fer du comté de Louisa, et ne renferme aussi que des grès. Le troisième bassin se trouve à 12 milles à l'O. de Richmond, et est traversé par la rivière de James, qui le divise en deux sections. Ce dernier bassin est le plus important, parce qu'il renferme à sa partie inférieure des couches de houille qui atteignent quelquefois 40 et 50 pieds d'épaisseur; il a environ 24 milles de longueur du N. au S., et 10 milles de large de l'O. à l'E. De nombreux travaux d'exploitation de houille ont été faits sur plusieurs points du contour de ce bassin; le centre n'a pas encore été exploré, à cause de la grande profondeur à laquelle on est obligé de descendre pour trouver la houille : ainsi, au puits actuel de Mid-Lothian, les travaux ont atteint une profondeur de 720 pieds.

Depuis longtemps les géologues ont porté leur attention sur cette région houillère, et M. R.-C. Taylor publia le premier, en 1834, une description détaillée d'une partie de cette formation (voir *Trans. of the geol. Soc. of Pennsylvania*, vol. I, p. 275), qu'il rapporte cependant avec doute à l'époque houillère. En 1843, M. William Rogers, dans un Mémoire très remarquable, intitulé : *On the age of the coal rocks of Eastern Virginia* (voir *Trans. Association of Amer. geologists*, vol. I, p. 298), a le premier reconnu avec certitude que cette formation houillère des environs de Richmond était plus récente que l'époque carbonifère, au moyen de la comparaison de quelques empreintes de plantes que l'on trouve, assez rarement, dans plusieurs couches de schistes ardoisiers ou de grès qui sont placées immédiatement au-dessus de la houille. La présence de l'*Equisetum columnare* et du *Pecopteris Whitbiensis* a conduit M. Rogers à regarder cette formation comme étant contemporaine de l'oolithe inférieure de Whitby et de Brora, en Angleterre, où l'on trouve les mêmes plantes dans des couches de houille. M. Charles Lyell, dans ses voyages en Amérique, a visité deux fois cette région houillère du Chesterfield, et a publié, en collaboration avec M. Bunbury, un Mémoire très intéressant, intitulé : *On the structure and probable age of the*

coal-field of the James river, near Richmond, Virginia (voir *The quart. Journ. of the geol. Soc. of London*, vol. III, p. 261, 1847), dans lequel il regarde cette formation comme étant plutôt de l'oolithe inférieure que du lias. M. Bunbury, d'après l'étude des plantes fossiles recueillies par M. Lyell, dit qu'il y a autant de probabilité pour que cette formation virginienne soit rapportée ou à la série triasique, ou à la série jurassique de l'Angleterre. Enfin, l'année dernière, M. Henri Rogers a présenté à la réunion des naturalistes anglais un Mémoire sur la comparaison de la houille virginienne avec l'oolithe inférieure et la grande oolithe de l'Angleterre, qu'il regarde comme s'étant déposées à la même époque.

Dans une excursion que je viens de faire tout récemment aux mines de houille du Chesterfield, j'ai pu recueillir un grand nombre de spécimens d'empreintes de plantes, et quatre spécimens de poissons. M. Agassiz, qui avait déjà précédemment déterminé les poissons trouvés par M. Lyell, a bien voulu examiner mes spécimens, qui appartiennent aux mêmes espèces, *Dyctyopyge macrura* et *Tetragonolepis;* ils les regardent comme indiquant spécialement l'étage du lias, et non un étage plus récent. Les plantes les plus nombreuses sont l'*Equisetum columnare* et le *Calamites arenaceus*, qui forment souvent une véritable lumachelle dans les schistes ou dans les grès; lorsqu'ils sont dans cette dernière roche, les spécimens de la Virginie ressemblent alors parfaitement aux couches de grès renfermant les mêmes espèces, dans le keuper des environs de Stuttgardt (Wurtemberg); et si l'on prenait comme base de comparaison les fossiles caractéristiques par leur grand nombre, il faudrait regarder la houille des environs de Richmond comme étant de la même époque que le keuper du Wurtemberg et de la France. Les autres plantes fossiles, qui sont beaucoup moins nombreuses, se rapprochent tantôt des genres et espèces de l'oolithe, tels que le *Tæniopteris magnifolia*, *Pecopteris Whitbiensis;* tantôt du trias, tels que les *Zamites obtusifolius* et *gramineus;* enfin même de l'époque carbonifère, tels que des *Sigillaria* et *Knorria*. De sorte qu'avec ces espèces peu nombreuses il n'y a pas de certitude pour les rapporter spécialement à aucune de ces époques. J'ai trouvé 7 ou 8 espèces nouvelles de plantes; peut-être leur détermination apportera-t-elle un degré de probabilité de plus pour une de ces époques géologiques. Quant aux coquilles, les seules que l'on y ait trouvées appartiennent au genre *Posidonia*, et ressemblent beaucoup à celles

du même genre que l'on trouve en si grande abondance dans le keuper et le lias de la France, de la Suisse et de l'Allemagne méridionale.

D'après les considérations précédentes, que je n'ai fait qu'esquisser très rapidement, et que je ne donne que comme une première impression, que j'espère pouvoir développer plus longuement, je suis disposé à regarder la formation houillère du comté de Chesterfield, près de Richmond, comme étant plus ancienne que l'oolithe inférieure, et appartenant, soit au keuper, soit au lias, et plutôt à cette dernière époque, comme l'indique le petit nombre de poissons que l'on y a trouvés jusqu'à présent.

M. le vice-secrétaire lit le Mémoire suivant de MM. A. Paillette et E. Bézard.

***Coup d'œil sur le gisement et la composition chimique de quelques minerais de fer de la province des Asturies (Espagne),* par MM. Adrien Paillette et Emile Bézard, ingénieurs civils.**

Octobre 1848.

La province des Asturies, si intéressante pour le géologue par la diversité des terrains qu'elle renferme, et pour le mineur par l'immense formation charbonnière qu'on y a reconnue, pourra sans doute aussi le devenir plus tard pour l'industriel, en raison des nombreux minerais de fer qu'on y découvre chaque jour. — Cette principauté, dont la structure géographique et les divisions géologiques sont dues presque exclusivement au zèle, au dévouement et au talent de l'inspecteur général des mines (1) don Guillermo Schulz, voit déjà s'élever au centre de ses houillères plusieurs établissements métallurgiques importants, parmi lesquels on distingue la fonderie royale de Trubia, les usines de la compagnie Anglo-Asturiana, et celles de la compagnie Minera Lenense Asturiana. — Il ne sera donc pas hors de propos de parler aujourd'hui des minerais de fer, de ceux surtout qui, se présentant dans des circonstances peu con-

(1) Don Guillermo Schulz, inspecteur général des mines d'Espagne, a dressé, par ordre de l'administration, une carte géographique et géologique des Asturies, aussi remarquable par l'exactitude topographique que par la précision qu'il a mise dans le tracé et la délimitation des terrains.

nues ou exceptionnelles, offrent à la fois de l'intérêt sous le point de vue scientifique et industriel. — A l'époque où l'un de nous, M. Adrien Paillette (1), écrivait ses recherches sur quelques unes des roches qui constituent la province des Asturies, l'ensemble des terrains n'était pas, à beaucoup près, aussi connu qu'il l'est aujourd'hui. On éprouvait des doutes sur la véritable nature des uns, et l'on classait mal les autres, par suite des nombreuses difficultés qu'offre à l'observateur un sol vigoureusement accidenté et recouvert d'une végétation luxuriante. — On était néanmoins arrivé à asseoir sur les bases principales un certain nombre de divisions que les études paléontologiques de MM. de Verneuil et d'Archiac ont parfaitement confirmées. — Il y a un an, les lacunes qui existaient ont été comblées avec un rare bonheur par don Casiano de Prado, qui a retrouvé dans la province de Léon, autour de l'usine construite par notre camarade M. Philippe Paret, une série nombreuse de fossiles caractéristiques, qui réunissent, comme autant de mailles séparées, le grand chaînon de la formation dévonienne des montagnes cantabriques. — Nous donnerons un extrait de l'important travail de don Casiano de Prado, dès que cet infatigable ingénieur aura mis la dernière main aux notes qu'il se propose de publier. Mais en attendant nous reprendrons quelques unes des généralités les plus importantes dans chaque localité où ont été constatées des mines de fer. — On peut se faire une idée déjà fort nette de l'ensemble des Asturies, en lisant les travaux publiés à différentes époques par don Guillermo Schulz et résumés dans une brochure intitulée : *Varias Memorias sobre el Norte de Espana*. Seulement, comme le savant auteur de ces mémoires ne pouvait entrer dans beaucoup de détails au moment où il écrivait, il nous importe, pour la clarté des faits, de diviser le présent travail par cantons minéraux, en commençant par ceux que nous avons le mieux étudiés. — Ces districts peuvent être désignés provisoirement de la manière suivante (2) : — 1° Gisements dans les granites. — 2° Gisements dans les schistes lustrés, vraisemblablement siluriens. — 3° Gisements dans le terrain dévonien.

---

(1) *Recherches sur quelques unes des roches qui constituent la province des Asturies.* — *Bulletin de la Société géologique*, 2e sér., t. II, p. 439.

(2) Nous employons les mots *provisoirement* et *vraisemblablement*, parce que nous croyons qu'il est imprudent d'arrêter d'une manière absolue des divisions que le temps et des études plus sérieuses pourraient modifier.

— 4° Gisements dans le calcaire de montagne. — 5° Gisements dans le terrain carbonifère proprement dit. — 6° Gisements dans le lias? peut-être terrain pénéen. — 7° Gisements dans les terrains crétacés ou postérieurs à la craie.

§ Ier. *Gisements dans le granite.*

Les veines ferrugineuses qui se dessinent dans les granites de Boal et de la Pola de Allande n'ont pas donné lieu, que nous sachions, à des recherches de quelque importance. De simples grattages faits à l'époque où la monomanie des mines avait envahi la province des Asturies, ou bien des tranchées ouvertes par des coupures naturelles, tels sont les seuls moyens de reconnaissance qu'on ait pratiqués jusqu'à ce jour. — Dans le granite de Rao, au contraire, M. Schulz nous a fait connaître divers minerais de fer qui sont exploités à la limite de la Galice et des Asturies par une compagnie d'industriels du pays, tous hommes parfaitement entendus dans les affaires, et parmi lesquels on distingue MM. Torres et Bravo. — Ces minerais n'ont pas encore été rencontrés en gisements bien formels, mais tout fait présumer que les recherches persévérantes des entrepreneurs conduiront à un bon résultat. En effet, on répugne à croire que des roches d'affleurements, dont l'une a fourni jusqu'à 8,000 quintaux de minerais (138,000 kilog.) sans autre travail que l'abatage à ciel ouvert (et cela en quelques mois), puissent ne pas conduire à un gîte de quelque importance, et d'autant mieux que sur une certaine étendue depuis le sommet du mont Carozo, en suivant une ligne approximativement nord-sud, on retrouve les mêmes crêtes appelées dans le pays *Penones.*— Joignant à cela l'analogie de composition des minerais, on ne saurait se défendre d'une certaine espérance de continuité. — Quoi qu'il en soit, comme nous n'avons pas étudié le gîte dont il est question, nous ne nous permettrons pas de nous prononcer pour l'affirmative. — Ces minerais portent dans le pays les noms suivants : — Vena de los Penones. — Vena de Carozo. — Vena de la Meda. — Tous trois sont des hydroxydes de fer très compactes, dans lesquels on voit à l'œil nu, comme dans le minerai de los Penones, un peu de silice, beaucoup de parties argileuses, et quelquefois du mica. Tel est du moins l'ensemble des caractères, pour les minerais que don Jose-Maria Bravo a envoyés au laboratoire de la compagnie Minera Lenense Asturiana — Tous ces minerais ont été analysés par les

méthodes connues, et dans tous on a eu soin de rechercher la chaux et la magnésie.

Minerai du mont Carozo.

Eau de combinaison.	11,60
Résidu insoluble composé en grande partie d'argile et d'un peu de silice.	13,50
Peroxyde de fer peu manganésien.	67,90
Alumine.	2,00
Magnésie, chaux et perte.	5,00
Total.	100,00

Ce minerai a été essayé par voie sèche de plusieurs manièr 1° en formant des scories basiques qui auraient pu enlever peu de l'acide phosphorique qu'il contient; 2° avec du carbon de chaux seulement. Dans le premier cas, on obtenait des sco porcelainisées, et dans le second des scories bien vitrifiées, c leur vert-bouteille. Le rendement a été presque constamm de 54 à 57 p. 100 de fonte. Seulement, suivant la manière d on conduisait le feu d'essai, cette fonte est sortie blanchâtre grise claire.

Minerai de los Penones.

Eau de combinaison.	8,00
Résidu insoluble composé d'argile, d'un peu de quartz et de mica.	28,90
Peroxyde de fer.	57,00
Alumine.	1,60
Magnésie, chaux et perte.	4,50
Total.	100,00

Traité par voie sèche de la même manière que le précéd les résultats sur les scories ont été identiques. Le renden en fonte a varié dans plusieurs essais de 53,20 p. 100 à 5(fonte qui s'est constamment montrée d'une belle couleur g dans le culot.

Minerai de la Meda.

Le minerai de la Meda, envoyé par don Jose-Maria Br était en partie calciné; il faudrait donc le ramener peut- par l'imagination à une teneur en eau de 2 p. 100 plus co

ble, car le grillage était tout à fait imparfait à la surface, ıl dans l'intérieur des morceaux. — On y a reconnu :

Eau de combinaison.	9,100
Résidu insoluble composé presque tout entier d'argile et d'un peu de silice.	30,300
Peroxyde de fer.	51,600
Alumine.	0,120
Chaux, magnésie et pertes.	8,880
Total.	100,000

: minerai, essayé comme les autres, n'a jamais rendu plus de 46 pour 100 de fonte grise. — Les trois minerais précédents fondus sur les lieux, dans un haut fourneau au charbon de , armé d'une bonne trompe. Le fondant employé est un cal- : gris modifié, un peu cristallin, procédant du terrain méta- phique que M. Schulz a étudié entre Cangas de Tineo et — Ce calcaire, examiné comme castine, renferme :

Résidu insoluble argilo-siliceux.	4,100
Peroxyde de fer alumineux.	1,700
Carbonate de chaux.	89,800
Carbonate de magnésie.	2,220
Eau, un peu de matière colorante.	2,180
Total.	100,000

ı fonte qu'on a obtenue jusqu'à ce jour est une belle fonte , se coupant et se limant bien ; elle s'aplatit un peu sous le eau. L'analyse d'une gueuse dont M. Schulz nous a remis ros échantillon a fourni :

Silicium.	1,9980
Carbone.	3,8295
Manganèse.	1,5651
Fer.	90,0432
Soufre.	0,1329
Phosphore.	0,2331
Pertes.	1,8982
Total. . . .	100,0000

ın Guillermo Schulz nous a parlé d'autres minerais exploités a limite de la Galice et des Asturies, gisant également dans le te ; mais nous ne nous sommes livrés à aucun essai sur ces rais. Il serait bien important néanmoins de savoir ce que

l'on peut espérer de la valeur industrielle des gîtes de la rive gauche du Rio Eo et des environs de Sargadelos.

§ II. *Gisements dans les schistes lustrés. — Schistes chloriteux. — Talco-micacés.*

Les gisements de minerai de fer dans cette formation, qui est pour nous, dans certains cas, franchement silurienne, et dans d'autres subdévonienne, sont excessivement répandus dans la province des Asturies, et nous n'avons pas le moins du monde la prétention de les citer tous. On trouve dans cette formation : — A. Des minerais de fer oxydulé. — B. Des minerais de fer hématites jaunes et bruns. — C. Des minerais de fer carbonaté spathique et décomposé.

A. — Le premier de ces minerais de fer oxydulé se trouve, du moins nous ne l'avons pas vu autrement, en blocs ou cailloux assez volumineux, non loin de Porcia, à la limite du granite stannifère de Salabe et des roches sédimentaires qu'on traverse en se dirigeant vers l'E. — Comme il existe une vaste et ancienne exploitation romaine à Salabe sur les bords de la mer, d'où, suivant l'opinion générale, on extrayait anciennement de l'étain, il se peut que le minerai de Porcia soit l'aimant dont Pline parle, lib. XXXIV, cap. 13, où il dit : « Cette pierre est » aussi une production de la Cantabria, mais ce n'est pas le » véritable aimant qui forme des roches fermes et continues. Ce » sont plutôt des cailloux ou des fragments éparpillés qu'on » nomme *Bullation*. Je ne sais pas s'il sera aussi utile que » l'autre pour fondre le verre, puisque personne ne l'a essayé » jusqu'à présent ; mais ce qui est certain, c'est qu'il influe sur le » tranchant des épées et autres outils en fer, comme le véritable » aimant. » — Telle est la traduction libre, quoique assez fidèle, du passage que nous citons, et qui se rapporte assez bien à ce que l'un de nous a vu dans les environs de Porcia. — L'autre gisement de fer oxydulé est celui de Soto de Luina. Il se rencontre dans la rivière du même nom en petits cristaux ou en grains très purs, au milieu de schistes grisâtres qui appartiennent au groupe des schistes argileux rougeâtres un peu décomposés qui, depuis le haut de la côte de San Martin de Luina, jusqu'un peu au delà du village de Soto, présentent leurs tranches verticales alignées par N. 80° E., lesquelles sont en relation directe et en stratification concordante N. 80° E., pente presque verticale, mais un peu N.-O., avec des grès quartzeux et des quartzites

stratifiés qu'on distingue très bien entre Albuerne et Avellanal. — Il y a bien autour de Soto de Luina quelques directions N.-S. qu'on ne saurait expliquer que par la présence d'une roche amphibolique, schisteuse, cétiforme; quoi qu'il en soit, et malgré la proximité de la mer des gîtes de Porcia et de Soto de Luina, nous ne sachons pas qu'on en ait tenté l'exploitation. Tout s'est borné jusqu'à ce jour à recueillir des échantillons plus ou moins riches, où le fer oxydulé se présente en grains ou cristaux atomiquement purs, engagés dans le schiste gris micacé.

B. — *Minerai de fer hématite. — Ocres, etc.* — L'espace qui comprend Cudillero, Muros, San Estevan de Pravia et Soto del Barco, a fourni de nombreux affleurements d'hématites brunes et jaunes qui n'ont pas encore été soumis à des recherches, et par conséquent à des exploitations régulières. — On se contente, dans les environs de Muros, d'exploiter quelques schistes argilo-siliceux décomposés, de couleur jaune, dont la direction varie de E.-O. à N.-E. S.-O., par 70° N.-N.-O., recouverts près du bourg par une alluvion de cailloux de quartzite. C'est ce qu'on nomme terre de Muros; elle sert aux peintures communes. — On cite encore quelques traces d'hématites rouges ou jaunes sur le plateau de Berducedo à Buspol et en quelques points de la Bobia, mais il ne paraît pas que ces filets minéraux aient la moindre importance.

C. — *Fer carbonaté spathique, et fer spathique décomposé, nommé dans le pays* Maron. — Le plus beau gisement de minerais de cette classe que nous connaissions en Asturie est celui de la Sierra de Bedules ou Abedules, situé à une lieue un quart au sud-est de la Vega de Ribadeo. — Ce gîte paraît être un vrai filon-couche, puisqu'il en suit les directions et inclinaisons. Ainsi, il se montre avec un alignement E. 20° N. à O. 20° S. par 50° à 55° N.-N.-O. dans les travaux supérieurs, puis s'infléchit vers le haut de la montagne et prend la direction N.-S. magnétique avec pente O. — Toute cette montagne de los Bedules ou Abedules est composée de schistes lustrés alternant avec des grès schisteux et stéatiteux, et semble se relier, par les roches de la rive du ruisseau Nefaria, à celles du versant occidental de la Bobia. — Sans entrer dans plus de détails sur les roches qui encaissent ce gisement, nous dirons seulement qu'il a été vigoureusement exploité à une certaine époque de l'occupation romaine (1), non seulement pour minerai de fer, mais encore

(1) M. Paillette, dans un travail qu'il prépare sur la métallurgie

pour minerai de plomb. C'est qu'aussi à los Abedules, comme dans certaines parties du Canigou en France (Fillols-Aytua-Escaro), des mines assez puissantes et de galène, et de carbonate de plomb, se présentent au milieu des minerais de fer. Voilà pourquoi il y a dans l'endroit dit el Escobal, sur les rives du Rio Llemes ou Lormès, deux systèmes de scories bien différentes. Les unes sont purement ferrugineuses, tandis que les autres proviennent évidemment du traitement d'un minerai de plomb. — Le fer carbonaté spathique de cette mine a la composition ordinaire des minerais de même nature; mais un fragment de fer oxydé épigène, provenant de sa décomposition, appelé *maron* dans le pays, et recueilli d'un immense bloc au fond des travaux anciens, dénote une composition qui se rapproche des mines noires de Rancié (Ariége). — En effet, on y a trouvé :

Peroxyde de fer. . .	82,50
Alumine.	5,00

Le reste se composait d'eau de combinaison et de traces à peine sensibles de manganèse, de chaux et de magnésie. Il est donc probable qu'ici comme à Viedessos, le manganèse, la chaux et la magnésie auront été dissous par les eaux chargées d'acide carbonique, ou par des agents qui nous sont inconnus. — L'ancienne mine de los Abedules, dénoncée par la compagnie Union Asturiana comme mine de plomb, ne fournit pourtant que peu de galène, et mériterait bien mieux l'attention comme mine de fer, à cause de sa position au centre d'un district rempli de forges catalanes qui tirent leur minerai de Sommorostro en Biscaye. Sa distance de la Vega de Ribadeo, petit port de rivière, permettrait même peut-être de songer à l'exportation des produits qu'on pourrait en extraire. — Cette exploitation pour minerai de fer, comme but principal, donnerait peut-être lieu à profiter, d'une manière accessoire, des galènes et autres minerais de plomb.

§ III. *Gisements dans les terrains dévoniens.*

Le système dévonien occupe dans les Asturies et dans le royaume de Léon (1) une étendue de terrain considérable.

---

et l'art des mines dans les temps anciens, donnera des détails plus circonstanciés sur la mine de los Bedulos ou Abedules.

(1) On pourra juger dans un an du rôle important que joue dans

Quoiqu'il ne soit pas encore facile d'opérer partout exactement sa séparation d'avec le groupe silurien, il n'en reste pas moins à peu près certain qu'il est caractérisé par des grès rubanés ferrifères ou ferro-manganésifères représentant l'*old red sandstone*, et surtout par une série de calcaires plus ou moins schisteux, plus ou moins compactes, dans lesquels on rencontre tous les fossiles que don Casiano de Prado et M. Adrien Paillette ont recueillis principalement à Savero et à Ferrones. — C'est de la sorte qu'on le trouve en grande partie disposé sur les flancs des nombreuses rides ou soulèvements quartziteux qui, soit dans la chaîne centrale, soit dans celles qui lui sont parallèles, forment les reliefs les plus remarquables des Asturies. Il est bien rare qu'après une masse quartziteuse (*Caradoc sandstone*) on ne trouve pas une ou plusieurs couches de grès ferrugineux devenant souvent un véritable minerai de fer, puis des calcaires argileux dans lesquels sont interposés, comme à Ferrones et à Arnao, des grès et des houilles que nous avons toujours considérés comme dévoniens, malgré les doutes qui se sont souvent élevés dans notre esprit. — Il n'est pas rare de rencontrer parmi les couches ferrifères des fossiles de l'époque à laquelle nous les rapportons. Ils sont même assez abondants sur la route qui conduit de Grado au Puerto de la Mesa. Nous avons aussi constaté la présence de quelques uns d'entre eux dans les minerais de Sangredal (Valgrande de Pajarès); mais ici ce n'est plus qu'une rareté. — C'est à cette classe de minerais qu'appartiennent le beau gisement de Castanedo del Monte, qui alimente les hauts fourneaux de Trubia, quelques minerais de la vieille route d'Oviédo à Avilès, près Llabarès, d'autres des environs de Ferrones, de Cana dans le Naranco, et enfin les beaux gisements de Sangredal, Barradal, Almagrera, Telledo, où sont situées les concessions de la compagnie Minera Lenense Asturiana, et enfin quelques minerais des alentours du sanctuaire de Cobadonga. En Castille, il y a des gisements pareils près de l'usine de San Blas de Bonar, entre Burdongo et la Pola de Gordon (grande route d'Oviédo à Madrid), enfin autour du village de San Pedro de los Borricos, non loin du bassin houiller de Otero de las Duenas.

Minerai de Castanedo el Monte. — Le minerai a été analysé,

---

les Asturies le système dévonien. C'est à cette époque seulement que sera terminé le beau travail de M. Schulz, dont j'ai eu souvent occasion de parler.

nous le croyons, par les employés de l'usine royale de Trubia; c'est pour cela que nous n'avons pas repris cette analyse. L'un de nous a constaté, il y a déjà longtemps, que plusieurs des grains qui donnent au minerai dont il est ici question une texture oolithique présentaient une grande analogie de composition avec la chamoisite. — Nous mentionnons cette circonstance parce que, si elle ne donne pas une idée complète du mode de formation de ces minerais, elle pourra au moins expliquer, pour certains cas, leur fusibilité dans les hauts fourneaux.

Minerai des environs d'Avilès, Ferrones, Cana, etc. — Tous ces minerais sont des grès plus ou moins ferrugineux, plus ou moins magnésifères. Comme il n'a jamais été fait sur aucun d'eux aucune espèce de recherche suivie, nous dirons seulement que parmi les morceaux pris à la surface du sol, les uns présentent une teneur qui varie depuis 10 p. 100 à peine de fer, jusqu'à la teneur de 33, 35 et 36 p. 100; ces derniers sont rares. — La composition générale est représentée par une quantité variable de silice en grains libres, unie généralement au fer signalé à l'état d'hydrate, par des traces d'alumine et de magnésie.

Minerais de Sangredal, Barradal, Telledo, etc. — La grande cordilière des Asturies présente, non loin du port de Pajarès, et comme au centre de sa carène ondulée, des quartzites siluriens dont l'âge et la position ne sauraient être un instant l'objet d'un seul doute. Sur la route de Léon à Oviédo, entre la Pola de Gordon et Burdongo, quelques unes des rides de ce quartzite ont emprisonné des lambeaux dévoniens dans lesquels figurent les minerais de fer que nous avons indiqués. — Sur le versant nord, vers les Asturies, les couches quartziteuses sont comme tortillées en même temps que sinueuses dans le sens de la direction générale, et sans qu'on puisse raisonnablement en définir la cause; il n'est pourtant pas moins facile de reconnaître qu'elles ont formé un groupe tout spécial que nous nommerons de la Tesa (*voy.* le plan topographique de la planche n° I, et le croquis figure A et B de la même planche). — Cette masse de la Tesa, qu'on reconnaît à de grandes distances, est située à 3 lieues vers le sud de la Pola de Lena. C'est contre elle que viennent se plier en se relevant les dernières couches de la formation carbonifère des Asturies, qui, bientôt échappant au mouvement occasionné par cet accident, se détachent d'une manière plus simple au port de la Cubilla, et laissent enfin en Castille, près de Robledo, un lambeau dont les directions sont

N. 25° à 30° E. p. N., assez roide, avant de constituer le petit bassin de Otero de las Duenas, qui n'est lui-même qu'un fragment de la masse générale charbonneuse dont la continuité n'est pas douteuse vers Nuestra Senora de Carrasconte, à la naissance du Rio Sil, et aux alentours de Rio Oscuro. — Près les mines dites de Telledo, la zone ferrifère suit, entre les deux remparts quartziteux de la planche I, fig. 2, les ondulations qu'indique son tracé, tracé que nous avons déterminé, puis étudié à différentes reprises avec MM. Amalio, Maestre, José, Lasala, et autres ingénieurs espagnols. Mais au delà de Piedra Negra, ou, pour mieux fixer les idées, au delà de las Cabanas de Foz, la couche se relie insensiblement à celle de Sangredal dans le Valgrande, et là se montre dans une direction S. 70° E. p. N.-N.-O., toujours accompagnée du calcaire très fossilifère dévonien, qui, à la Campona et à Foz, ne la quitte pas un instant. — Pour peu qu'on cherche à la suivre dans cette direction, on la voit suivre par l'Aujenal et le Barradal, vers les points les plus élevés de la montagne. En relation constante avec le quartzite du sud et celui plus au nord de Cacabellos ou du Pico Cabrero, ici encore les roches de calcaire viennent confirmer l'uniformité du gisement. — Ce système, quoique beaucoup moins régulier sur la rive droite du ruisseau qui descend de la Cubilla et en face de Traspando, ne laisse pourtant pas que de dessiner une sorte d'horizon au pied de la Tesa, depuis la Campona jusqu'au col qui donne passage en Castille; il se relie donc ainsi d'une manière à peu près continue au fameux gîte de la Almagrera. — Ici seulement, l'influence du calcaire dévonien est plus notable qu'en aucun autre point, et beaucoup de minerais sont de véritables carbonates de fer altérés, ou des calcaires excessivement chargés d'oxyde de fer. On a de ce fait un exemple à peu près pareil dans les environs de l'usine de San Blas, commune de Bonar. — La série de toutes nos observations donne pour résultat ce que nous avons indiqué sur le dessin n°s A et B, planche I, par des lignes ponctuées, afin de faire comprendre qu'ici nous n'offrons plus une exactitude topographique comme celle des plans levés par nous. — La fig. 2, planche I, exprime le relief dans le sens de l'axe de la couche ferrifère, depuis le niveau du ruisseau venant du port jusqu'au point d'attaque de la Campona. — La zone ferrifère dont il vient d'être question se présente avec une puissance de 2 mètres et 5 mètres le plus généralement, mais elle atteint parfois une largeur beaucoup plus considérable, et en quelques

points véritablement surprenante. — Presque partout elle a l'apparence oolithique à grains plus ou moins fins confondus dans un grès pétri d'oxyde de fer. En certains endroits, où le quartzite est un peu magnésien, des morceaux de minéral ferrugineux ont dénoté une composition voisine de celle de l'amphibole. — La pyrite de fer, prise d'une manière générale, n'est pas abondante dans le gisement dont il est ici question. Disons pourtant qu'il est des parages où elle se montre de préférence vers le toit et vers le mur du gisement. — Une analyse, résultat d'une forte moyenne prise sur de nombreux fragments, a donné :

	1re analyse.	2e analyse.
Silice un peu argileuse.	57,9948	56,0640
Magnésie.	3,8562	3,4996
Oxyde de fer peu manganésien.	35,9964	35,4964
Chaux et alumine.	traces	traces
Eau.	2,1331	4,9995
Total. . .	99,9805	100,0565

Divers essais par voie sèche, avec addition de 52 de calcaire et 18,20 d'argile, ont produit une scorie d'une belle couleur vert-bouteille et un bouton de fonte blanche pesant de 27,20 à 28,10 p. 100. — Nous avons acquis la certitude, par plusieurs attaques directes, que cette fonte blanche était notablement chargée de silicium. — Les minerais calcaires de l'Almagrera sont compactes, et n'affectent que rarement une texture grenue : c'est seulement lorsqu'ils sont pénétrés de fer hématite ou de fer oligiste manganésifère; plus rarement encore ils possèdent la cassure subconchoïde et l'aspect agatoïde : alors ce sont de vrais fers oligistes très riches et très purs, mélangés d'un peu de minerai calcaire. — Celui-là, comme on le voit, est de beaucoup le plus abondant, le plus répandu, et s'il est vrai de dire qu'il est facile d'ouvrir des travaux sur des points où le minerai serait plus riche, il ne faudrait pas néanmoins considérer ce fait comme une généralité du gisement. La composition qui nous représente mieux la moyenne est la suivante :

Résidu insoluble, silice et argile.	1,1666
Chaux carbonatée.	21,1666
Magnésie carbonatée.	7.8433
Alumine.	4,8433
Peroxyde de fer.	48,6666
Oxyde de manganèse.	traces notables
Eau de combinaison.	13,2666
Pertes dans l'analyse.	3,0570
Total. . .	100,0000

Nous le répétons, l'analyse des autres minerais offrirait une bien plus forte teneur en fer, et quelques uns une quantité plus forte de manganèse. — Il n'entre pas dans le plan de notre travail actuel de fournir d'aussi longs détails sur les gisements de même époque que nous avons reconnus autour des localités désignées comme points les plus remarquables. Ce serait vouloir faire, pour ainsi dire, la monographie du terrain dévonien ferrifère en Asturies et en Castille. Cela sortirait des limites que nous nous sommes tracées. — Disons donc que ce qui vient d'être écrit présente le résumé des caractères les plus frappants des zones de grès ferrifères.

§ IV. *Gisements dans le calcaire de montagne.*

Le terrain carbonifère, en Asturies, présente à sa base de grandes masses calcaires, que l'un de nous a signalées dans le *Bulletin de la Société géologique* (2e série, t. II, p. 539, année 1845). — Les masses principales sont celles de Cobadonga, près Cangas de Onis, — du Puerto Suebe, — de Penamayor, — de la Grandota, — del Padron, près Ollonego, — du Monte Aramo...., etc. (1). Toutes ont cela de particulier qu'elles renferment des minerais plus ou moins ferrifères, souvent des minerais de cuivre..., etc.

Mines de Cobadonga. — Nos souvenirs sur les montagnes de Cobadonga sont trop peu nets pour que nous nous permettions

(1) On n'avait pas de preuves positives de l'âge de ces groupes, et M. Paillette croyait que quelques uns d'entre eux, *détachés des masses* principales, pouvaient appartenir au lias modifié ou au moins à un terrain antérieur aux marnes irisées. — Les fossiles trouvés par M. de Verneuil au Monte Aramo ne laissent aucun doute sur leur âge réel.

de fournir des détails sur les calcaires dans lesquels se trouve le fameux sanctuaire de don Pelayo. Nous dirons seulement qu'il est digne d'attention de voir, sur l'une des montagnes les plus hautes des Asturies, non loin des pics d'Europe, dans un vallon nommé Joos de los Grayeros de Vega Comeya, du minerai de manganèse assez pur, ou ferrifère, en galets ou rognons disséminés dans l'argile. — Le gisement en a été décrit dans la Guia del Minero, n° 10. — Ayant eu occasion d'examiner les principales variétés de minerais produites par le gîte de Cobadonga, nous en transcrirons les résultats. — Comme type, nous avons analysé le minerai qui avait un aspect plus manganésien et plus pur que tous les autres. Il nous a donné :

Silice et argile.	19,000
Chaux carbonatée.	1,600
Magnésie carbonatée et mélangée.	10,400
Baryte.	traces
Peroxyde de manganèse.	50,980
Peroxyde de fer.	10,600
Eau de combinaison et pertes. . .	7,420
Total. . .	100,000

Dans les autres échantillons, on n'a recherché que la valeur manganésienne par les moyens usités, et nous avons établi leur richesse respective par les nombres suivants :

2e minerai peroxydé de manganèse.	30,2915
3e minerai peroxydé de manganèse.	21,9976
4e minerai peroxydé de manganèse.	21,4473

Il est bon d'annoter que la poussière des derniers minerais était rougeâtre. Ils avaient l'aspect d'hématites manganésiennes plutôt que de minerais de manganèse. — Des minerais analogues à ces derniers ont été trouvés dans le calcaire de montagne des environs de Poo à Cabrales et au lieu dit Escampredo ou Escampalero, route d'Oviédo à Grado. Le minerai de Escampredo ne donne pas plus de 10 p. 100 de peroxyde de manganèse.

Puerto Suebe. — Penamayor. — Quelques morceaux de minerais remis à l'un de nous comme provenant de ces localités, où l'on signalait aussi des gisements de cuivre, ne laissent aucun doute sur l'analogie minéralogique de ces substances. Une analyse qualitative a également prouvé une composition chimique analogue. Nous n'osons pas rapporter à l'époque géolo-

gique qui nous occupe les beaux minerais de la Respigona, près Colunga; mais nous en parlerons plus tard, parce qu'ils méritent une sérieuse attention sous le point de vue industriel, en raison de leur proximité de la mer.

Mines de la Grandota. — Depuis Villa de Langreo jusqu'à Ollonego on voit une série de dômes de calcaire de montagne qui renferment plusieurs sortes de minerais de fer. Quelques uns, comme celui de los Veneros, près Villa, sont des sortes d'amas de fer oligiste dans des fentes marchant à peu près N.-S. Leur exploitation, quoique d'une date fort ancienne, a été conduite peu profondément. On en a retiré du fer oligiste très siliceux, des hématites radiées manganésifères. La halde présente des quantités notables de spath brunissant et de spath calcaire. — Les autres, ceux de la Branota de Arriba ou de celle de Abajo, paraissent exister plus spécialement dans des fentes alignées au milieu d'un calcaire dolomitique. On reconnaît cette formation sur une longueur assez notable dans la direction du N.-E. au S.-O. Les trois gisements que l'on y exploite appartiennent à la compagnie Anglo-Asturiana. — Les minerais sont grenus ou fibreux, argileux ou terreux, mélangés soit avec de la chaux carbonatée magnésifère, soit avec le calcaire ferro-manganésifère. On peut recueillir dans les géodes de belles cristallisations de ces substances, et principalement de spath perlé. — La dolomie blanche nacrée, ou calcaire modifié, formant roche encaissante du minéral des deux Branotas, a fourni :

Carbonate de chaux. . . .	48,6000
Carbonate de magnésie. .	41,8658
Peroxyde de fer.	5,7000
Résidu insoluble et pertes.	3,8342
Total. . .	100,0000

Le minerai des Branotas, dit minerai en roche, d'une structure granulaire ou fibreuse, est en général d'une composition assez pure; néanmoins on y a reconnu parfois quelques traces de phosphore qui pourraient donner lieu (si l'on ne triait pas bien) à des inconvénients graves lors de la fabrication du fer doux, et pour peu que le gazolithe devînt plus abondant. On y a trouvé :

Résidu insoluble. . . .	0,800
Magnésie carbonatée. .	7,163
Alumine.	0,600
Peroxyde de fer. . . .	61,180
Oxyde de manganèse.	11,680
Eau combinée.	7,700
Perte.	2,677
Total. . .	100,000

Le minerai des Branotas, d'aspect argileux, tachant les
comme le manganèse oxydé argentin des mines du Canig
de Rancié, a donné à l'analyse :

Résidu insoluble, argilo-siliceux.	14,400
Alumine.	2,100
Chaux carbonatée } Magnésie carbonatée }	traces
Peroxyde de fer.	69,920
Oxyde de manganèse.	11,480
Eau combinée et perte.	2,100
Total. . .	100,000

Ce minerai, fondu dans le haut fourneau de Mierè
un peu de minerai argileux et une quantité de castine qu
les scories basiques, a fourni une bonne fonte grise, u
claire et brillante, se prêtant bien au moulage, se limai
facilité, et dont la composition est celle que nous représento

Silicium.	5,76600
Fer.	87,50000
Manganèse (1).	0,94000
Phosphore (2) et arsenic.	1,37423
Soufre.	0,36790
Carbone.	3,60000
Perte.	0,45187
Total. . .	100,00000

(1) La quantité de manganèse, dans certaines fontes, a
souvent la teneur de 2 et 2 1/2 p. 100.

(2) Le phosphore et l'arsenic (car on a dosé ces corps conjoin
par la méthode de M. Berthier) ont atteint parfois aussi la for
portion de 2 1/4 — 2 1/2 et 3 p. 100.

ıeur des minerais de la Grandota en oxyde de manga-
très remarquable; elle se rapproche assez notablement
du minerai de la Bizarrera, au Monte Aramo.

ı *del Padron ou de Lagos, près Ollonego.* — Non loin
ge d'Ollonego, et dans les montagnes qui le séparent du
Mierès, on a signalé à diverses reprises, au milieu des
ı qui constituent les crêtes supérieures, différents mine-
fer, parmi lesquels l'un d'eux a acquis de la célébrité, à
l'accident survenu au haut fourneau de Mierès, où l'on
ulu l'employer dès le commencement de la mise en
). — La matière dont nous parlons, et dont on avait fait
d approvisionnement à l'usine, est schistoïde à la ma-
une marne endurcie ou modifiée. Elle renferme acciden-
ıt des parties d'oxyde de fer hydraté. Voici les analyses
récentes de cette substance :

	Dr Thompson.	M. Lambert.
Silice.	82	33
Alumine.	2	24
Oxyde de fer. . . .	14	38
Oxyde de manganèse	0	2 1/2
Perte.	2	2 1/2
Total. . .	100	100

hinerais analysés par le docteur Thompson étaient de la
ı moins friable, tandis que ceux examinés par M. Lam-
aient des minerais menus du tas. — La différence entre
ı analyses se comprend donc très bien, et l'un de nous,
u occasion d'étudier la substance en question, qu'il ne
pas reconnaître comme un vrai minerai de fer, bien
ient dit d'autres personnes, a trouvé dans des échantil-
choix la composition suivante :

Silice argileuse.	57,200
Alumine.	8,150
Chaux et magnésie.	traces
Oxyde de fer manganésien.	26,700
Eau et un peu d'acide carbonique.	5,200
Perte dans l'analyse.	2,750
Total. . .	100,000

.e loup du haut fourneau de Mierès a donné lieu, par son

Et il est bien probable qu'il eût rencontré une composition plus différente encore s'il eût opéré, comme MM. Thompson et Lambert, sur des minerais pris dans des tas aussi hétérogènes que ceux qui avaient été rassemblés. — Nous n'avons parlé des minerais de Lagos que pour prouver combien il faut marcher prudemment dans les recherches de mines de fer. Peut-être Lagos lui-même deviendra-t-il plus tard un véritable gîte. Son âge géologique ne s'y oppose pas; mais le moment n'est pas encore arrivé, à ce qu'il paraît, puisque rien de bon et de profitable n'a été découvert. — Obligé pourtant, par des circonstances indépendantes de sa volonté, de mêler la matière dont nous venons de parler en fortes proportions parmi les charges du haut fourneau de Mierès, marchant alors à l'air chaud, M. Lambert a obtenu une fonte très remarquable à plus d'un égard. — Ce métal, dont il reste encore de nombreuses barres, est d'un blanc d'étain. Il ne s'oxyde point ou presque point à l'air, malgré une exposition à la pluie et au soleil de près d'une année. Il se brise avec la plus grande facilité, et se pile dans un mortier de fonte douce presque aussi aisément que plusieurs sulfures métalliques. Nous l'avons trouvé composé de :

Silicium.	12,9812
Soufre.	0,3096
Fer.	81,9856
Manganèse.	2,6000
Carbone.	1,7000
Pertes portant principalement sur le carbone.	0,4236
Total. . .	100,000

Le phosphore a été recherché à plusieurs reprises, et l'on n'en a pas trouvé un atome. Voilà certes un siliciure bien original, et qui mériterait une étude plus spéciale que celle fournie par une analyse industrielle.

Mines du Monte Aramo. — Entre les *concejos* de Morcin, de Riosa et de Quiros, s'élève majestueusement une montagne calcaire qui, étrier ou contre-fort de la chaîne centrale, s'unit néanmoins à elle par les lambeaux de calcaire de montagne qui

---

refroidissement, à des produits dignes du plus haut intérêt et qui viennent bien se placer à côté des expériences de M. Delesse; on en a retiré des matières semblables à des arachytes, à des porcelanites, au milieu desquelles se trouvaient englobées des pyrites magnétiques cristallines...., etc.

le Mofuzo, Branavallera, différents sommets des
: Jomezana et de Riospaso, arrivant ainsi à laisser des
ue sur la cordilière principale. Le point le plus re-
de ce groupe se nomme *Monte Aramo*, planche II.
: lui que sont adossées les couches houillères qui, en
ıdroits (Llamo), forment des plis et replis vraiment
les. — Au Monte Aramo, comme auprès de Riospaso,
: des traces de minerais de cuivre, ce qui fournit un
le plus d'analogie avec les roches de Penamayor et
s. — Le minerai de fer en roches ou veines y existe
ɔn a rencontré en plusieurs endroits de Morcin, sur
ment de ces calcaires, des hématites manganésiennes
de beauté, malheureusement sans suite aucune au
roches qui les renferment. — Ce qu'on connaît de
quable au Monte Aramo, ce sont des vallons, des
s, entonnoirs ou grottes remplis de minerais d'allu-
ninerais oolithiques n'ayant pas la moindre analogie
ition avec les minerais en roches. — Il y a plus, ces
s, entonnoirs ou grottes offrent un cachet spécial :
sence d'un sable composé de grains de quartz hyalin,
ıvent en lits horizontaux comme des sables de rivière,
aussi réunis par un suc calcaire un peu dolomitique,
gile rougeâtre. — Dans les grottes Cueva Panera,
ɔnda, on a découvert avec un limon rouge ferrifère
ents qui ne sont pas encore classés. Peut-être se-
genre de ceux qu'on a trouvés dans quelques grottes,
ıteurs de Lagos et dans quelques cavernes des Astu-
ne à Cueva Ladrona, près Ferrones, où l'on reconnut,
ıuitaine d'années, des dents d'*Ursus spelæus*. — Nous
malheureusement rencontrer au milieu des calcaires
o proprement dit, dans ses crêtes déchiquetées et
rrodées par les efforts d'une mer puissante, aucun
décelât réellement son âge (1). Quelques linéaments
définir nous ont empêchés de les classer autrement que
ion. Nous n'entrerons donc dans aucun détail à ce su-
ıs nous contenterons seulement d'examiner les mi-

ı répète, depuis la rédaction de ce mémoire, M. Éd. de
ɔlus heureux et surtout plus habile que nous, a parfaite-
miné l'âge de ces terrains.

Minerais en roches.

Le minerai en roche le mieux reconnu est celui de la Binrera; il est disséminé au milieu d'une veine dolomitique dirigée du N.-O. au S.-E., dans laquelle il a été rencontré et même recherché un peu de cuivre oxydulé, des cuivres sulfurés et carbonatés. Il se présente en masses mamelonnées ou botrioïdes, dont la cassure est radiée. Un essai pris sur une grande quantité a dénoté la composition suivante :

Résidu insoluble argileux.	4,785
Carbonate de chaux. . . .	38,280
Magnésie.	traces
Alumine.	1,815
Oxyde de fer.	42,999
Oxyde de manganèse. . .	7,494
Soufre.	1,947
Eau et pertes.	2,683
Total. . .	100,000

La quantité de carbonate de chaux qui entre dans la composition des mamelons est très remarquable. Ce qui ne l'est pas moins, c'est que les roches encaissantes étant dolomitiques, on ait trouvé peu de magnésie, malgré les recherches les plus minutieuses. — La fonte que ce minerai a fournie dans les essais par voie sèche a toujours été de la fonte truitée, mais plutôt grise que blanche. Le rendement est des plus variables; c'est pour cela que nous ne le mentionnons pas. — Entre Quiros et Riosa, les paysans ont découvert, au milieu de ces mêmes calcaires, des minerais ayant l'aspect du manganèse oxydé argentin de Rancié, à structure testacée, etc. Nous ne l'avons pas analysé, parce que les gîtes ne présentaient aucune valeur commerciale, et avaient l'aspect de simples accidents produits peut-être par des réactions électro-chimiques; cependant nous dirons que ces substances étaient très chargées de manganèse.

Minerais des vallons.

Dans la vallée de los Veneros, où sont situées plusieurs *pertenencias* de la compagnie Minera Lenense Asturiana, ainsi que dans le vallon de Camparedonda, existe un véritable dépôt de galets de minerais de fer avec des cailloux roulés, de grès

rifères d'une époque antérieure, des sables et des argiles. ns le Puerto de los Veneros ils forment comme une vallée à ges, dont la sortie aurait été ce qui forme aujourd'hui le lac. Dans Camparedonda, où l'on a démarqué la concession de rtolomea, les minerais ont un gisement identique, et l'ensemble des vallons se termine par un entonnoir dans lequel s'enuffrent les eaux pluviales. La composition générale de ces mirais est représentée par l'ensemble suivant :

Résidu insoluble composé de silice un peu argileuse	10,3323
Alumine	3,3997
Carbonate de chaux	1,5998
Carbonate de magnésie	1,4712
Peroxyde de fer	69,9930
Oxyde de manganèse	traces
Eau combinée	11,0000
Pertes dans l'analyse, portant principalement sur la magnésie	2,2039
Total	100,0000

Ces minerais essayés avec les fondants voulus ont fourni d'une nière assez constante 57,80 p. 100 de fonte grise de première alité, s'aplatissant sous le marteau, et facile à limer. La nposition précédente est digne de remarque par sa ressemnce avec certains minerais de la Haute-Marne, du nord de France, et même de la Belgique.

Minerais des grottes.

Les minerais des grottes doivent être divisés en deux catéries : ceux dont la grosseur des grains ne dépasse pas généelement celle d'une chevrotine, et ceux au contraire dont les héroïdes sont à peu près de la dimension des boulets de 4 et 8. — A la première classe appartiennent les minerais de la ncila, concession de la compagnie Minera Lenense Asturiana, Pico Villuriz. — Les recherches suivies jusqu'à présent tenent à prouver que le gîte n'est autre qu'un puits irrégulier de andes dimensions, rempli par du minerai en grains mélangé sable, d'argile, ou lié quelquefois par un suc d'aragonite. La composition de ces minerais, résultat d'une fonte moyenne, t la suivante :

ments dans les terrains carbonifères proprement dits.

un qui voit tracé sur une carte la formation carbo-
Asturies pourrait croire que, dans une aussi vaste
terrains, il doive exister des gîtes abondants de fer
lithoïde, ou quelques uns de ces hydrates qui ne sont
ion plus dans d'autres contrées. Eh bien, il n'en est
ant; sauf de rares exceptions autour de Mierès et de
uelques couches accidentelles du lambeau de Robledo,
, on peut dire que le terrain houiller des Asturies est
mplétement dépouillé de carbonate de fer lithoïde,
ns que jusqu'à présent, et malgré les investigations
ingénieurs qui se sont succédé dans le pays, on n'a
ivé aucun gisement d'hydrate et de carbonate d'une
réelle, et sur l'avenir duquel on puisse compter.
ates sont en général fort argileux; il en est de même
es, qu'on prendrait souvent pour des schistes argileux
nodifiés par le temps et les agents atmosphériques.
ion antérieure, qui ne se rapporte qu'à ce qui est
urd'hui, ne préjuge pourtant rien de l'avenir. On
effet, combien il serait imprudent de se prononcer
gative, à cet égard, lorsqu'on songe à la vaste éten-
rains qu'il reste à étudier et à explorer. Nous devons
dire qu'il sera toujours bon, avant d'essayer en
roduits d'une découverte nouvelle, de faire précéder
d'essais consciencieux. Cette précaution nous paraît
us indispensable que beaucoup de minerais exploités
npagnie Anglo-Asturiana ont été reconnus souvent
ioreux et très arsenicaux. — Nous ajouterons, malgré
n'est pas rare de voir çà et là, dans la formation qui
e, des ovoïdes ferrugineux ayant tous les caractères
d'aigle. Il est remarquable que, dans certains can-
turies, on attribue à cette pierre le pouvoir d'aider
hements, absolument comme au temps de Théo-
horisme II, περὶ λίθων) (1). L'un de nous a vu souvent

---

donc à tort que Pline dit : « Idem Theophrastus et Mu-
aliquos lapides qui pariant credunt. » Le même ajoute plus
autem lapis iste prægnans intùs, cùm quatias, alio velut
ante. » Et Dioscoride : Αετίτης λίθος ὡς ἑτέρου ἐγκύμων λίθου

aussi des femmes porter au cou des agates de couleu
prétendant que cela aidait, favorisait la lactation.
nière croyance est surtout commune dans le pays
depuis Avilès jusqu'à Oviédo.

§ VI. *Des gisements dans le lias, peut-être terre*

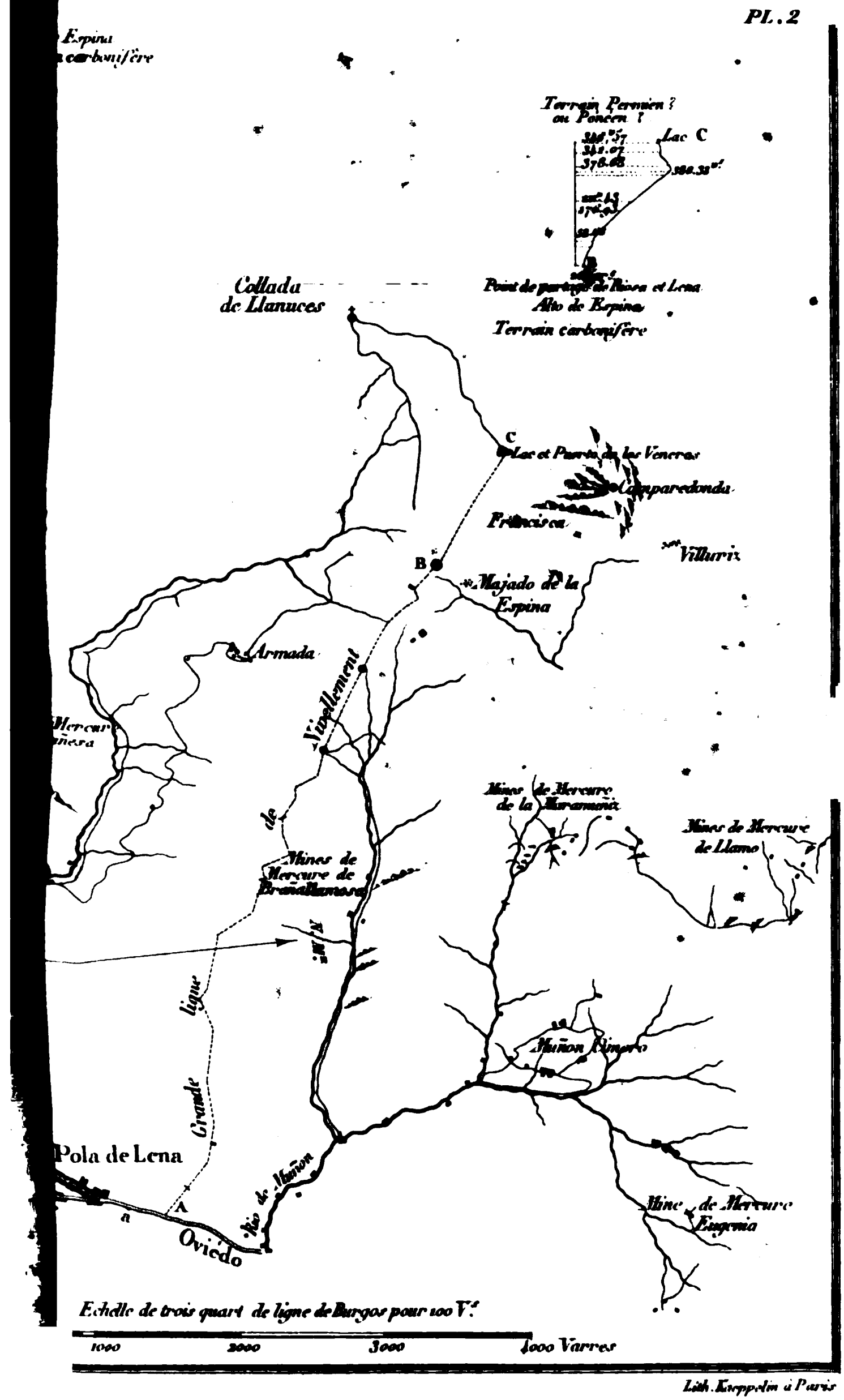
Notre honorable ami, M. de Verneuil, n'admet pa
pénéen en Asturies, quant à présent du moins; nous
pas bien d'accord non plus sur l'âge des roches,
considèrent comme de vrai lias, d'autres comme des
rassiques. Nous remettrons donc à une autre époque
ion des minerais que nous considérions comme ap
ces formations.

§ VII. *Gisements dans les terrains crétacés, et autre postérieurs à la craie.*

La grande vallée centrale des Asturies, depuis O
côté, et Llanera, de l'autre, vers l'E., est occupée, e
dans le sens de l'O., par une grande formation crét
relève souvent sur les roches plus anciennes, vers le
bassin. — Nous laisserons à M. Schulz le soin de par
tail de cette intéressante formation, qui paraît se pr
long de la mer, par Santander, jusqu'à Biscaie, et
au reste de la chaîne pyrénéenne. — Dans les parti
où dominent des sables et des grès ferrugineux, il
souvent des nappes très chargées d'oxyde de fer, et
un instant pouvoir être exploitées. Les environs d'A
Valde Soto, canton de la Pola de Siero, ont fourni d
ques échantillons. Mais malheureusement une étud
gnée du gîte a prouvé leur irrégularité en puissance,
en richesse. — L'analyse d'un de ces minerais, r
1844, a donné :

Hydrate de peroxyde de fer. .	72,250
Silice (sable).	23,420
Alumine.	2,220
Acide phosphorique et chaux.	traces
Perte dans l'analyse.	2,110
Total. . .	100,000

PL. 2



Lith. Kreppelin à Paris

aussi des femmes porter au cou des agates de couleur prétendant que cela aidait, favorisait la lactation. C nière croyance est surtout commune dans le pays qu depuis Avilès jusqu'à Oviédo.

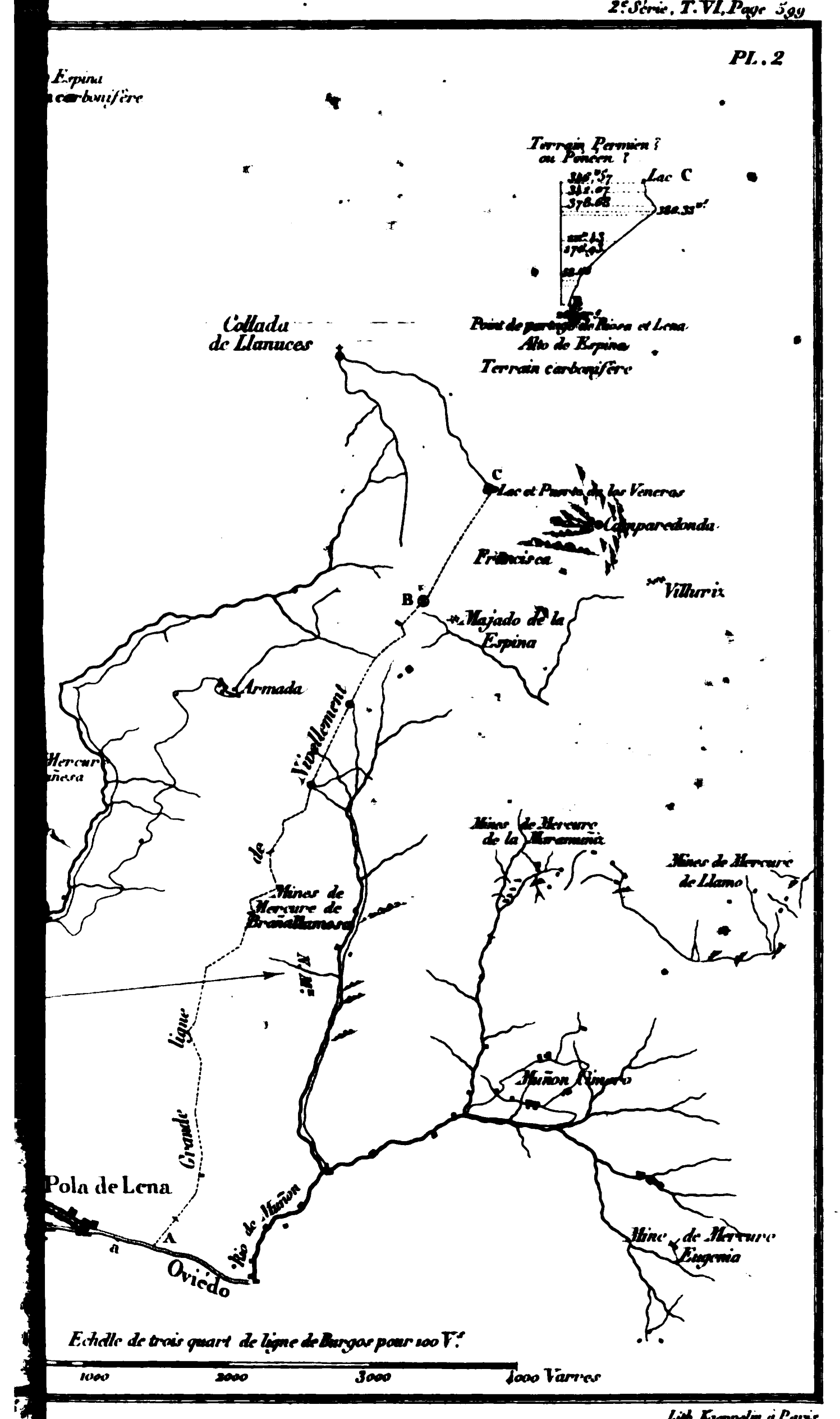
§ VI. *Des gisements dans le lias, peut-être terrai*

Notre honorable ami, M. de Verneuil, n'admet pas pénéen en Asturies, quant à présent du moins; nous s pas bien d'accord non plus sur l'âge des roches, qu considèrent comme de vrai lias, d'autres comme des rassiques. Nous remettrons donc à une autre époque l ion des minerais que nous considérions comme appa ces formations.

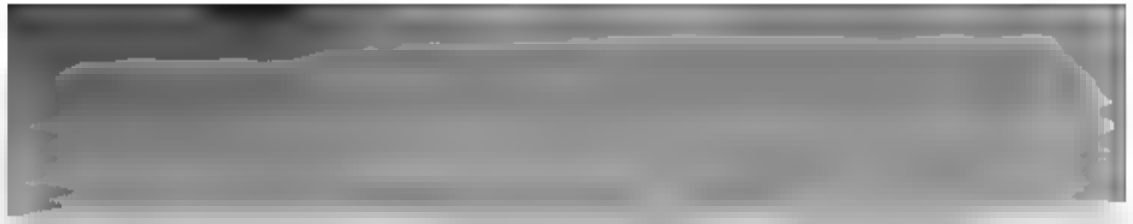
§ VII. *Gisements dans les terrains crétacés, et autres postérieurs à la craie.*

La grande vallée centrale des Asturies, depuis Ovi côté, et Llanera, de l'autre, vers l'E., est occupée, en i dans le sens de l'O., par une grande formation crétac relève souvent sur les roches plus anciennes, vers les bassin. — Nous laisserons à M. Schulz le soin de parle tail de cette intéressante formation, qui paraît se prol long de la mer, par Santander, jusqu'à Biscaie, et de au reste de la chaîne pyrénéenne. — Dans les parties où dominent des sables et des grès ferrugineux, il se souvent des nappes très chargées d'oxyde de fer, et qu un instant pouvoir être exploitées. Les environs d'Are Valde Soto, canton de la Pola de Siero, ont fourni de ques échantillons. Mais malheureusement une étude gnée du gîte a prouvé leur irrégularité en puissance, e en richesse. — L'analyse d'un de ces minerais, rec 1844, a donné :

Hydrate de peroxyde de fer. .	72,250
Silice (sable).	23,420
Alumine.	2,220
Acide phosphorique et chaux.	traces
Perte dans l'analyse.	2,110
Total. . .	100,000



Lith. Kuppelin à Paris



Un autre minerai, qui a été anciennement exploité, dit-on, pour le service de l'usine de Trubia, et sur lequel encore on a fait des recherches en 1845, existe dans une position assez anormale au lieu dit Monte Aramil, près de la Pola de Siero. — Tout ce que nous avons pu concevoir des travaux anciens et de quelques galeries nouvelles (1845), c'est que ces minerais (hydrates de peroxyde de fer en rognons) forment des veines ou des amas isolés au milieu d'un sable argileux ou d'une argile qui repose sur des couches du terrain crétacé. — Nous n'osons donc affirmer ni même essayer de dire l'âge de ce gisement. — La composition des minerais qu'il renferme est aussi excessivement variable. — Les uns sont fort riches, et les autres sont mélangés de sable. — Dans les uns nous n'avons pas trouvé trace de chaux, ni de soufre, ni d'acide phosphorique, tandis que d'autres, au contraire, ont fourni jusqu'à 3 et 4 p. 100 de soufre et 4 et 5 p. 100 d'acide phosphorique; ces derniers avaient un aspect tout particulier comme résinoïde. — Tels sont les principaux gisements des Asturies sur lesquels s'est portée notre attention en raison de leur proximité de la grande formation carbonifère ou des centres métallurgiques importants. Nous n'avons pas la prétention de les avoir cités tous, ni celle d'avoir fixé invariablement leur position géologique; mais en l'absence d'autres études plus complètes, nous croyons avoir rendu un service à nos camarades, en traçant les éléments d'un cadre qu'il sera facile de remplir plus tard, et qui du moins donne dès aujourd'hui un aperçu des richesses de minerais de fer qu'offre la province des Asturies, déjà si recommandable par sa vaste formation carbonifère et les exploitations naissantes de mercure qui s'y développent chaque jour.

M. le vice-secrétaire donne lecture de la lettre suivante, adressée à la Société par M. d'Hombres Firmas.

Études hydro-géologiques, par M. d'Hombres Firmas.

Un *avën*, en languedocien, est un gouffre qui, le plus ordinairement, communique avec des eaux souterraines. Son ouverture est le plus souvent étroite; pour en juger la profondeur, les passants y jettent des pierres qu'ils entendent rouler, retentir assez longtemps, et enfin plonger au fond. Traduit en français, un *évent* a tout autre signification; j'emploierai le premier mot.

Il y a des *avëns* qui dans la saison pluvieuse se remplissent et coulent comme des fontaines, cessent et recommencent à diverses reprises, selon la fréquence et la durée des pluies; ces écoulements momentanés, s'ils sont peu considérables, sont nommés *pleurs de la terre*. Dans plusieurs avëns, ce n'est pas seulement le trop plein du réservoir qui s'écoule; les eaux s'en échappent tout d'un coup, comme si l'on ouvrait la porte d'une écluse; c'est ce que l'on appelle *des eaux folles*. Ces éruptions ne durent que peu de temps et ne se renouvellent pas à des époques réglées, comme celles des fontaines dites à flux et reflux. Dans certains avëns elles sont nombreuses et rapprochées; dans certains autres elles sont fort rares: on s'en rend raison de la même manière qu'Astruc explique l'intermittence des eaux de *Fontertorbe* et de *Fousanche*. (*Mém. pour l'hist. nat. du Languedoc.*)

Nous avons beaucoup d'avëns dans ce pays montagneux; je décrirai les plus remarquables. Pour commencer par le plus rappproché d'Alais, l'*avën de Rochebelle* est dans le faubourg de ce nom, derrière la maison du sieur Gazaï père. C'était, il y six ans, une fissure de 0m,75 de longueur et 0m,9 au plus de largeur, sur le penchant d'une colline du groupe oxfordien. Quand il avait bien plu deux ou trois jours de suite, l'eau en sortait avec bruit comme un torrent qui rompt ses digues, entraînant les terres et tout ce qui se trouvait sur son passage. Quelques heures après, le lendemain au plus tard, l'ouverture et le ravin étaient secs! Gazaï boucha son avën en maçonnerie; depuis lors, quand le moment des éruptions arrive, il se fait dans cet endroit cinq ou six trous par lesquels l'eau s'échappe en autant de filets qui ne scorifient plus le terrain comme auparavant.

Le petit vallon *des Augustines*, entre Saint-Just et Bronzet, 12,5 kilomètres à l'E. d'Alais, est infiniment agréable. Des religieuses l'avaient anciennement choisi pour leur retraite. M. d'Aigalier, propriétaire actuel, a fait disparaître les dernières ruines de leur église pour utiliser les matériaux et la place qu'ils occupaient.

A côté d'une fraîche prairie, on pénètre par une grotte en pente douce de 20 mètres de longueur jusqu'à un gouffre de 4 mètres de diamètre, dans lequel M. d'Aigalier a fait descendre une corde de 17 mètres sans toucher le fond.

Cet avën fournit un courant continu, suffisant pour remplir l'écluse du moulin des Augustines, et dans les mois d'avril et

de septembre il en sort inopinément des quantités d'eau considérables qui submergent la prairie et les terres attenantes, et causeraient bien des dommages, si elles ne s'écoulaient dans l'*Alausane* aussi vite qu'elles surviennent.

L'avën de *Poches* est à 3 kilomètres au N. du précédent, dans la même montagne de Seynel, néocomienne comme celle de *Bouquet*. Il coule à peu près toute l'année, mais ce n'est qu'un mince filet d'eau, qui ne mériterait pas d'être mentionné, si l'avën *ne crevait subitement*, pour me servir de l'expression vulgaire : alors c'est un torrent impétueux, qui inonde et ravage ses rives, fait déborder l'Alausane et intercepte la route de Seynel à Brouzet. Heureusement ces éruptions sont de courte durée, et n'ont lieu, dit-on, qu'une fois en deux ou trois ans. Le réservoir doit être très spacieux et le siphon qui le vide fort large, les sources qui l'alimentent peu considérables, et sa déperdition journalière retarde ses évacuations extraordinaires.

Cals est un hameau de la commune de Navacelle, au bas de la montagne de Bouquet, 13,6 kilomètres vers le N.-E. d'Alais. Le puits qui fournit l'eau nécessaire aux habitants est au milieu d'une sorte de bassin rocailleux d'une quarantaine de mètres de large et de sept à huit mètres au-dessous des maisons qui le bordent. Ce n'était autrefois qu'un avën étroit, qui donnait de l'eau après les pluies, formait alors un ruisseau qui traversait le bassin, jusqu'à une échancrure à l'E., et se joignait à celui des *Perlettes* pour se jeter dans *Auzonnet ;* mais le plus habituellement le premier, appelé ruisseau de Cals, tarissait, laissant quelques flaques plus nuisibles qu'utiles.

En 1764, les habitants de Cals s'avisèrent d'élargir l'avën, et bâtirent le puits actuel, surmonté d'une margelle, pour empêcher les enfants et le bétail d'y tomber. A 7 mètres de profondeur, l'eau arrivait avec force de trois points différents; il était impossible et superflu de creuser davantage. On reconnut bientôt qu'elle montait plus ou moins selon les saisons, qu'il était rare qu'elle fût au-dessous de $4^m,5$; que l'automne et l'hiver elle était à ras du sol, et qu'elle monterait encore plus si l'on n'avait laissé à la margelle une ouverture de $0^m,4$ sur $0^m,2$, d'où débouche le vallat de Cals, quand il vient.

J'ai fait connaître un bon puits ascendant; il me reste à rapporter ce qu'il présente de plus curieux. Après les fortes pluies et la fonte des neiges on entend, disent les paysans, un bruit souterrain qu'ils comparent au bouillonnement de nos chaudières à vapeur; peu à peu une masse d'eau considérable s'élance en

gerbe hors du puits, remplit le bassin qui l'environne et fuit rapidement vers la plaine, inondant les terres sur ses bords..... vingt-quatre heures après il ne reste que le mince vallat de Cals.

L'*abîme de la Rouvière*, 7 kilomètres au N.-N.-O. d'Alais, sur la rive gauche du Gardon, est considéré comme un avën; il aboutit à une large caverne au fond de laquelle il y a de l'eau, dont le volume paraît variable; seulement son ouverture, bien loin d'être étroite, a 12 à 15 mètres de diamètre, et tend à augmenter par l'éboulement des terres dans cet entonnoir formé accidentellement. En 1814, la voûte de la grotte inférieure, ne pouvant plus vraisemblablement supporter la masse qui la surchargeait, s'écroula avec un épouvantable fracas. Le sol planté d'arbres, et notamment d'un gros chêne, les diverses couches de lias et d'infra-lias, les marnes et les terres n'ont pu remblayer ce gouffre, qui a 18 mètres de profondeur. M. Dumas l'a indiqué sur la carte géologique du département.

L'*abîme de Complone* est aussi indiqué sur cette belle carte à 8,4 kilomètres vers l'O.-S.-O. d'Alais; il est au milieu d'un bois, au-dessus d'une colline de formation liasique; son ouverture est un rhombe dont les diagonales ont 2 et 2^{m},5. Mais il s'élargit et forme une cavité ventrue qui peut avoir 7 ou 8 mètres de largeur vers le milieu, se resserre plus bas, et n'a plus qu'un mètre de diamètre à 10 mètres de profondeur. Si le cordeau et l'aplomb s'arrêtent là, ce n'est pourtant pas le fond de l'abîme, qui fait un coude vers le N. et se prolonge, comme les pierres qu'on y jette le témoignent en roulant entre les rocs.

Le pays qui environne Complone est très caverneux; les amateurs peuvent y visiter une douzaine de grottes plus ou moins spacieuses, remplies de stalactites, de stalagmites et de toutes sortes de concrétions pierreuses; ils trouveront des ossements d'animaux carnassiers et autres dans celle de *Mialet*, l'une des plus vastes et des plus curieuses que je connaisse. Sa description m'entraînerait trop loin; je me bornerai à dire qu'elle est composée de sept salles principales, larges, élevées, communiquant par des passages resserrés, tortueux, dans lesquels il faut ramper, des pentes rudes, un puits, qu'on ne descend pas sans quelque danger..... Mais, je l'ai éprouvé, on oublie toutes ses peines en pénétrant dans une grotte d'un accès difficile, tapissée de cristallisations variées, de formes et de couleurs resplendissantes à la lumière, tandis que tout est ravagé dans les souterrains très fréquentés. Puisqu'il s'agit des eaux

dans ce mémoire, j'ajouterai qu'indépendamment des salles dites des grands et des petits bassins, les guides me firent remarquer ce qu'ils appellent le *trou du vent*, où une bougie est soufflée et des morceaux de papier repoussés par un courant qu'occasionne une chute d'eau dans la cavité attenante; on l'entend en prêtant l'oreille. Plus loin on est arrêté par une véritable rivière souterraine.

Les avëns de *Fougë* et de *Fougeroun*, proche Saint-Gervasy, 10,3 kil. au N.-E. de Nîmes, sont de grandes cavernes remplies d'eau, qui s'en écoule neuf mois de l'année, très abondamment dans la saison des pluies, s'arrête l'été et s'abaisse de 4 à 6 mètres année commune. Après une grande sécheresse, en 1839, M. le capitaine Bernard, qui se livre à beaucoup de recherches sur les eaux des environs de Nîmes, trouva l'eau des environs du Fougë à 11 mètres en contre-bas de son ouverture. Il descendit dans ce gouffre, accompagné de M. Castillon, adjoint au maire de Saint-Gervasy, et ils mesurèrent encore 4 mètres d'eau. Le fond étant oblique, l'aplomb ne pouvait plus leur indiquer la profondeur; mais, ce qui est bien important, ils reconnurent un courant du N.-E. au S.-O. Par conséquent ces évents ne sont pas des citernes des eaux pluviales, mais sont alimentés par de véritables sources. M. Castillon nous en a fourni une nouvelle preuve; il a remarqué un jour une crue presque subite du Fougë et du Fougeroun; l'eau, qu'il avait vue basse, déversait quelques instants après, à la suite d'un orage qui avait éclaté loin du territoire de Saint-Gervasy.

M. Teissier, dans ses études pour procurer de l'eau à la ville de Nîmes, appréciant ces beaux réservoirs, veut profiter du Fougë, plus rapproché de l'aqueduc du Gard que le Fougeroun; comme citerne, ses éruptions pendant neuf mois étaient déjà très avantageuses, et le courant souterrain lui a suggéré l'idée de faire une tranchée jusqu'au niveau des basses eaux, et d'ajouter ainsi cette source fraîche et pure à l'eau qu'il se propose de prendre au Gardon.

Pour terminer cet article, il me reste à parler d'une autre sorte d'avëns qui, au lieu d'être des sources permanentes ou momentanées, sont au contraire le réceptacle de toutes les eaux des environs, des espèces de *puits perdus*. Celui connu sous le nom de la *Goulo* est à 7 kilomètres au N.-N.-E. de Barjac, à 2 kilomètres au delà des limites du département du Gard. Je le mentionne ici néanmoins, parce que c'est le plus remarquable de ce genre; quatre ruisseaux, dont un assez fort, et toutes les

caux pluviales s'y engouffrent et vont déboucher à 2,5 kilomètres dans l'Ardèche, proche du fameux pont d'Arc (décrit dans mon recueil, t. IV, p. 111).

M. Hébert fait la communication suivante :

On sait que les couches de sable, de grès ou de calcaire, qui forment le sol des collines des environs de Paris, sont sensiblement horizontales à l'intérieur, mais que sur les bords elles sont fracturées, et qu'elles renferment un grand nombre de fentes et d'anfractuosités caverneuses. MM. Desnoyers et C. Prévost (1) ont fait connaître en outre que dans ces fentes on trouvait fréquemment de nombreux ossements de mammifères appartenant aux mêmes espèces que ceux des cavernes des autres contrées. Ces observations, faites à Étampes et à Corbeil dans les anfractuosités du grès supérieur, à Montmorency dans les fissures du gypse, à Meudon dans les fentes de la craie, ont fourni à M. C. Prévost matière à des considérations d'un grand intérêt; mais, pour donner plus de certitude aux conclusions que l'on peut tirer de l'étude de ces faits, il nous paraît désirable d'en avoir le plus grand nombre possible à soumettre à l'examen. C'est dans ce but que nous allons signaler deux nouveaux gisements, tout à fait semblables aux précédents, que nous avons découverts, il y a déjà trois années, l'un dans les sables et grès moyens, l'autre dans le calcaire grossier.

Les carrières de grès d'Auvers sont ouvertes à la partie supérieure du flanc gauche d'un petit vallon qui n'a pas plus de trois à quatre kilomètres de longueur, et qui porte le nom de *Ravine des vallées*. Ce vallon vient aboutir à Auvers, à la vallée de l'Oise, à laquelle il est perpendiculaire. La partie supérieure correspond au calcaire de Saint-Ouen, la partie inférieure aux sables glauconieux inférieurs au calcaire grossier. Les bancs de grès exploités sont horizontaux, mais les blocs qui avoisinent le talus sont plus ou moins fortement inclinés, et laissent entre eux des intervalles généralement assez étroits, par lesquels des eaux se sont infiltrées et ont amené des ossements nombreux avec un peu de limon, de manière à former, au-dessous des blocs de grès ainsi disjoints, des espèces de poches argilo-sableuses très riches en ossements. Dans ces conditions, les ossements sont très bien conservés, et appartiennent à des espèces de

(1) *Bull.*, vol. XIII, p. 290, 296 et 311. 1842.

petite taille. La manière dont les parois des blocs de grès sont usées et rongées, au contact de ce terrain de transport, atteste l'action de l'eau pendant un temps suffisamment long; mais il n'y a rien dans l'état actuel de la localité et du petit cours d'eau qui coule dans le fond du vallon au niveau du calcaire grossier inférieur, et qui ne déborde jamais, qui explique de quelle manière ce phénomène a pu se passer.

Tout à côté, le banc de grès n'ayant point été disloqué, on le voit recouvert d'une épaisse couche de sable coquillier, au milieu duquel se distinguent, par une couleur plus jaunâtre, des poches aux contours arrondis formées par du sable plus argileux. Nous avons trouvé dans ces poches, qui semblent avoir été creusées et remplies sur place par des tourbillons d'eau, une grande quantité d'ossements de grande taille, Bœuf, Élan, Cheval, Hyène, etc.

La quantité d'ossements que l'on a recueillis dans cette localité et dans quelques mètres cubes de sable est vraiment prodigieuse. Nous en possédons, pour notre part, près de *sept cents;* beaucoup d'autres personnes y ont fait des récoltes non moins abondantes, et en estimant à *cinq mille* le nombre des pièces qui étaient renfermées dans ce petit coin de sable, nous restons certainement au-dessous de la vérité. Les gros ossements sont en général brisés; mais, parmi les petits, il y a des pièces très délicates, telles que des têtes entières de petits rongeurs, dont la conservation est parfaite.

Le second gisement dont nous avons à parler appartient à la même vallée de l'Oise. Nous l'avons observé à l'Isle-Adam dans les fentes du calcaire grossier moyen, exploité sur la rive droite, au haut de la côte. L'une de ces fentes, verticale, et large d'environ un décimètre, était à sa partie inférieure remplie par un sable argileux recouvert de fragments de calcaire grossier. Le sable renfermait une quantité considérable d'ossements appartenant aux mêmes espèces que les ossements d'Auvers, moins toutefois les grosses espèces, Bœuf, Cheval, Cerf, Hyène, etc., dont nous n'avons rencontré là aucun débris.

Voici, grâce à l'obligeance de M. Pomel, qui a bien voulu déterminer nos ossements, la liste des espèces que nous avons recueillies dans ces deux gisements :

1. *Taupe.* — Tibia, fémur.
2. *Canis* (très voisin du *Renard*). — Mâchoire inférieure, atlas, vertèbres dorsales et coccygiennes, côtes, sternum, bassin, cubitus, tibia, métacarpien, métatarsien et phalanges.

3. *Hyena spelæa.* — Carnassière, canine et fausses molaires, humérus, cubitus, phalange onguéale.
4. *Carnassier* non déterminé. — Incisive, temporal, pariétal, côtes.
5. *Felis.* — Cubitus, os du carpe et du tarse.
6. *Campagnol.* — Deux espèces; l'une, plus grande, représentée par de très nombreux ossements appartenant à presque toutes les parties du squelette; l'autre plus petite et plus rare.
7. *Lièvre.* — Mâchoire supérieure, rocher, vertèbres lombaires et sacrées, côtes, fémur, radius, calcanéum, métacarpien, phalanges.
8. *Lapin.* — Mâchoire inférieure et supérieure, vertèbres lombaires et coccygiennes, omoplate, côtes, bassin, humérus, cubitus, radius, fémur, tibia, métacarpien, métatarsien.
9. *Éléphant.* — Portion de défense.
10. *Cheval.* — Dents nombreuses, métacarpien, métatarsien, os du carpe.
11. *Cervus megaceros.* — Mâchoire inférieure et supérieure.
12. *Cerf.* — Espèce beaucoup plus petite que la précédente; fragment de mâchoire inférieure, vertèbre dorsale, radius.
13. *Antilope?* — Métatarsien.
14. *Bœuf.* — Dents, rocher, axis et autres vertèbres, humérus, cubitus, radius, fragment de fémur, calcanéum, astragale, scaphoïde, os sésamoïde.
15. *Batraciens.* — Divers ossements.
16. *Oiseau.* — Un tibia d'une grande espèce.
17. *Oiseau.* — Espèce plus petite. Tibia, tarse, humérus, osselet articulaire de la tête, radius, carpe, côte.
18. *Poissons.* — Vertèbre.

M. Virlet fait la communication suivante :

Notes sur le terrain d'atterrissements récents de l'embouchure de la Seine; sur la formation de la tangue et son emploi en agriculture; sur une théorie des oscillations séculaires de la surface du globe, par M. Virlet d'Aoust.

Le 2 octobre 1848, M. le docteur Piorry signalait à l'Académie des sciences (1) la découverte qu'il venait de faire, au Havre, d'un gisement considérable de combustible fossile. Dans sa note, dont je crois devoir rapporter ici quelques passages, il s'exprimait ainsi : « En examinant les tranchées faites pour le creuse-» ment d'un nouveau bassin au Havre, on voit qu'elles présentent » partout trois bandes noires, dans lesquelles je vis distinctement

(1) Voir les *Comptes rendus*, p. 388.

» soit des traces d'arbres volumineux couchés horizontalement, » soit d'immenses débris de fibres ligneuses. Les masses de ce bois » fossile sont énormes; la surface du bassin en présente partout » trois couches qui varient en épaisseur de 0m,50 à 1 mètre de » puissance; elles sont séparées l'une de l'autre par au moins un » mètre d'une terre grasse et grisâtre. J'ai été étonné, dit-il en » terminant, de voir perdre et jeter à la mer une substance » végétale qui pourrait avoir la plus grande utilité. Des masses » de combustible sont ainsi perdues; des terres grasses, qui sont » mélangées à ces matières végétales et qui pourraient peut-être » former d'excellents engrais, servent seulement à faire des » digues ou des fortifications!... »

Appelé dernièrement au Havre pour affaires, j'en ai profité pour aller constater une découverte dont les journaux avaient fait quelque bruit. La coupe ci-après détaillée du terrain mis à jour prouve que, si M. Piorry n'a pas eu l'intention d'exagérer les faits observés par lui au Havre, il aura du moins été bien mal servi, à Paris, par ses souvenirs.

Le nouveau et immense bassin dit de l'*Eure*, que l'on creuse à l'orient de la ville du Havre, près et parallèlement au cours de la Seine, a déjà plus de 500 mètres de longueur, et il est facile de suivre, dans cette immense excavation, la succession des couches, qui est la suivante, à partir de la surface :

1.	0m,50 à 0m,80.	Sables grossiers, mélangés de galets pour la plupart en silex noirs de la craie.
2.	0m,10 à 0m,25.	Sables fins.
		Ces deux assises, qui varient beaucoup entre elles, n'existent pas sur tous les points de la surface.
3.	0m,50 à 0m,80.	Argile marneuse, gris blanchâtre, plastique, mélangée de débris de coquilles marines souvent entières et bien conservées.
4.	0m,10 à 0m,20.	Tourbe d'un brun noirâtre, bien formée, se durcissant et se délitant à l'air sec en plaquettes ou écailles comme certains lignites, circonstance qui a peut-être pu lui faire supposer une origine ligneuse. Cette tourbe brûle d'ailleurs très bien, avec flamme et sans beaucoup d'odeur.
5.	1m,60 à 1m,25.	Argile de même nature que la couche précédente et renfermant les mêmes débris marins.
6.	0m,30 à 0m,40.	Tourbe de même qualité que le banc précédent.
7.	0m,80 à 1m,00.	Argile, id., id.
8.	0m,10 »	Zone tourbeuse, c'est-à-dire mélange d'argile et de tourbe.
9.	1m,30 à 1m,50.	Argile, id., renfermant, outre les coquilles marines, des racines et des tiges non encore complétement altérées d'une plante herbacée ressemblant au Grémil (*Lithospermum officinale*), si commun dans les tourbières des Ardennes (Buzancy, etc.).
10.	» »	Traces d'une zone tourbeuse.
11.	0m,30 »	Argile plastique, de même nature, et dont la puissance n'avait pas encore été reconnue par les travaux qui, lors de ma visite, le 25 mai 1849, ne faisaient que de l'entamer.

5 mètres environ.

Parmi les coquilles que l'on observe également disséminées dans toutes les assises argilo-marneuses de cette coupe, on trouve le *Mytilus edulis*, la *Trigonella tiperata*, Cuv., le *Cardium edule*, et une petite coquille turriculée qui est ou un *Rissoa* ou un *Skenea*. A l'occasion de l'enfouissement de ces coquilles de nos mers actuelles, M. Deshayes m'a signalé un fait assez intéressant, à savoir : qu'il a constaté exactement les mêmes espèces dans un dépôt analogue observé par lui en Algérie.

Quant à la composition de ces argiles, il y entre une assez forte proportion de calcaire pour qu'elles puissent être employées au marnage des terres, au moins aussi avantageusement que la *tangue*, limon argilo-sableux et calcarifère, qui se forme encore tous les jours sur certaines parties des côtes du département de la Manche, où on l'emploie à cet usage agricole. Le mélange de la tourbe contribuerait encore, dans ce cas, à rendre l'amendement plus profitable à l'agriculture ; mais, comment utiliser immédiatement, comme le regrette M. Piorry, des centaines de mille mètres cubes de marne, dans un pays calcaire, où, par cette raison, le marnage est encore à peu près inconnu ? Néanmoins, il serait intéressant que l'attention des agriculteurs de la contrée fût appelée sur l'existence de ce dépôt argilo-calcaire, dont l'emploi pourrait, dans quelques cas, être utile au développement et à l'amélioration de l'agriculture locale.

On exploite de l'autre côté du Havre, pour l'alimentation des tuileries d'Ingouville, une argile plastique également d'un gris bleuâtre, que l'on pourrait être tenté, pour cette raison, de confondre avec les argiles du bassin de l'Eure ; mais elle en diffère minéralogiquement et géologiquement. En effet, cette argile, qui ne se montre qu'en affleurements au niveau de la mer, s'enfonce sous les couches calcaires qui constituent les falaises de Sainte-Adresse et du cap de la Hève, en sorte qu'elle appartient ou au système crayeux, ou plutôt à la formation wealdienne, ce qui me paraît beaucoup plus probable.

Relativement aux couches de combustible, il m'a été impossible d'y reconnaître le moindre débris de ces *troncs d'arbres volumineux, couchés horizontalement*, qu'y signale M. Piorry. La tourbe qui les compose m'a paru être partout d'origine herbacée. Cependant M. Frissard, inspecteur général des ponts et chaussées, m'annonce, dans un lettre toute récente, qu'on vient de découvrir, sous un mur affouilli près de la mer, de la tourbe, et qu'on a retiré un tronc d'arbre, et que lui-même,

il y a une douzaine d'années, en faisant creuser le nouvel avant-port, il y a également trouvé des couches peu épaisses de tourbe et des troncs d'arbres résineux. D'un autre côté, si l'on tient compte du mélange terreux qui se manifeste plus ou moins profondément au toit et au mur des couches, dont les épaisseurs ne dépassent pas vingt et quarante centimètres, dans les parties de leur plus grande puissance, on voit que ces *masses énormes de combustible* se réduisent, en définitive, à bien peu de chose, et qu'elles ne sont surtout pas susceptibles de donner lieu à une exploitation fructueuse.

Cependant, si, sous le point de vue industriel, ces dépôts de débris végétaux offrent peu d'intérêt, ils n'en sont pas moins intéressants sous le rapport des faits géologiques qu'ils signalent, car c'est certainement l'un des phénomènes les plus dignes de fixer les méditations des géologues, que celui de cette succession de couches argileuses, d'origine ou de formation sous-marines, alternant avec des dépôts tourbeux, qui n'ont évidemment pu se former que lorsque le terrain, d'abord submergé pour recevoir le dépôt des couches marines, se fut suffisamment relevé et émergé pour permettre à la tourbe de s'y déposer à son tour. Ainsi cette surface primitivement envahie par la mer a été abandonnée par elle, puis reconquise de nouveau pour être ensuite de nouveau délaissée et reconquise encore un certain nombre de fois. Comment expliquer ces envahissements et ces délaissements successifs de la mer, qui se sont d'ailleurs manifestés tant de fois pendant les dépôt des terrains anciens, et qui seuls cependant peuvent rendre compte de cette alternance de couches d'origines différentes, si l'on n'admet pas en même temps qu'il y a nécessairement eu à l'embouchure de la Seine, pendant la formation de ce dépôt récent, des mouvements lents d'oscillation du sol, qui, en l'élevant et en l'abaissant successivement, ont favorisé ces dépôts tantôt *marins*, tantôt *aériens*, s'il m'est permis d'employer cette expression figurée pour désigner, par opposition aux couches formées par la mer, celles qui se sont formées par le concours des phénomènes atmosphériques à la surface des sols émergés?

Les assises tourbeuses de l'embouchure de la Seine se composent simplement d'une série de dépôts, à formes lenticulaires, plus ou moins étendus. Ils ne paraissent, au premier abord, continus que parce qu'ils se relient entre eux par un horizon noir qui se borne à un mélange tourbeux; c'est la couche à l'état rudimentaire. Si ces masses discoïdales se rattachent les unes

aux autres, ce ne peut être que par des circuits qu'un plan vertical rectiligne ne permet pas d'apprécier. Ces interruptions des couches de tourbe ne peuvent s'expliquer que par les ondulations d'un sol offrant une succession de flaques d'eau douce, où les plantes aquatiques qui formèrent ces dépôts limités purent croître, s'amonceler et se transformer ensuite en tourbe. Cette disposition laguniforme d'un sol marécageux divisé en une multitude d'îles basses, entourées par un labyrinthe de mares peu profondes, paraît du reste s'être maintenue entre Ingouville et l'Eure, même au-delà de la fondation du Havre en 1520, ce que l'on peut vérifier en jetant les yeux sur les anciennes cartes du pays, rapportées dans l'*Histoire du port du Havre*, de M. Frissard.

Ne pourrait-on pas expliquer par une configuration analogue du sol lors de leur formation cette série de massifs interrompus que présentent beaucoup de couches de houille, et qui ne s'annoncent dans d'autres que par un simple amincissement des couches? C'est ainsi par exemple qu'on peut se rendre très bien compte des noyaux plus ou moins allongés, plus ou moins irréguliers, mais presque toujours isolés et dirigés tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, qui constituent les couches dévoniennes des mines de Saint-Georges-Châtelaison, de la Haye-Longue et Montjean (Maine-et-Loire). Cette disposition très curieuse, en masses lenticulaires ou discoïdales plus ou moins puissantes et de formes plus ou moins variées, dont les veines, en *chapelet*, ne sont que des cas particuliers, et que j'ai le premier bien constatée dans ces localités (1), se reproduit encore dans d'autres couches houillères, et notamment dans celles du bassin de Fins et de Noyant (Allier). Elle entraîne parfois à une exploitation fort dispendieuse et fort incertaine, quand elle ne la rend pas tout à fait ruineuse.

Comme très probablement les excavations du bassin de l'Eure n'iront guère, en profondeur, au delà de ce que j'ai constaté, il serait intéressant, pour compléter cette reconnaissance géo-

(1) Dans un mémoire présenté à l'Institut en 1829, mémoire qui n'a pas été publié, mais dont quelques journaux, et notamment le *Messager des chambres* du 9 janvier 1829, ont donné l'analyse, je crois avoir été aussi le premier à classer la bande carbonifère qui comprend avec les mines ci-dessus celles de Montrelais, de Mouzeil, de Nord, de Languin, etc. (Loire-Inférieure), dans le terrain de transition. — Voir à ce sujet la note insérée au t. III, 1re sér., p. 76 du *Bull. Soc. géol.*

logique, de s'assurer, par de simples sondages à mains, si le terrain d'atterrissement présente d'autres alternances de tourbe, et s'il a une grande puissance. Il serait également intéressant de s'assurer si les *bancs* qui se trouvent à l'embouchure de la Seine ont une origine commune avec celle du sol de la ville du Havre, et quelle est la nature des accroissements qu'ils ne cessent de subir soit dans leurs formes, soit dans leur position ou leur étendue, comparées, par exemple, avec celles qui leur sont assignées dans une des cartes précédemment citées du bel ouvrage de M. Frissard, et qui remonte au XIVe siècle, c'est-à-dire à plus de deux cents ans avant la fondation de cette ville moderne (1).

---

(1) Sans vouloir discuter ici la valeur des changements que l'on suppose être survenus, depuis les temps historiques, aux terrains qui forment l'embouchure de la Seine, changements qui paraissent avoir été fréquents et assez considérables, je me bornerai à rappeler ce qu'en dit M. Frissard aux pages 6 et 7 de son intéressant ouvrage :

« En 855, les Normands, après avoir été battus sur la Loire, revin-
» rent, au mois d'août, ravager les bords de la Seine, et ils hivernèrent
» à Graville.

» Il existait donc un port dans la plaine de l'Eure, entre le château
» de Graville et une ville considérable, appelée l'Eure (*Ora Sequana*),
» parce qu'elle se trouvait à l'embouchure de la Seine.

» Maintenant de quel côté était l'entrée du port? vers l'ouest ou
» vers l'est? L'examen des anciens plans démontre que la pointe du
» Hoc était autrefois beaucoup plus éloignée d'Harfleur; cette pointe
» ne s'est donc avancée qu'à mesure que le cap de la Hève a été dé-
» truit par la mer, et que ses débris, ainsi que ceux de la côte, à par-
» tir du cap d'Antifer, ont été combler les criques qui se trouvaient
» sur le littoral, puis ensuite ont atteint la pointe du Hoc et ont fini
» par combler la fosse ou le port de Graville. Il paraît donc certain
» qu'on entrait dans le port de Graville en doublant la pointe du Hoc;
» l'entrée de ce port devait être ainsi fort commode, puisqu'en avant
» se trouvait une rade profonde, qui existe encore aujourd'hui. Ce
» n'est d'ailleurs qu'au moyen de cette disposition que le port de
» Graville pouvait être un bon refuge pour une flotte pendant l'hiver.

» Le port de Graville, fermé à l'ouest par les débris du cap de la
» Hève, à l'est par ces mêmes débris qui ont formé la pointe du Hoc,
» et dépourvu des moyens de chasse, sera devenu un lac dans lequel
» ont pu croître des plantes aquatiques. Les détritus de ces plantes
» ont dû exhausser le fond de ce lac, en formant un lit de tourbe;
» c'est en effet un lit de tourbe qui forme la première couche du ter-
» rain que devait occuper l'ancien port, et qui s'étend depuis la route
» neuve jusqu'au château de Graville : ce terrain est encore aujour-
» d'hui à un mètre en contre-bas des hautes mers de vive-eau. »

Formation de la tangue; son emploi en agriculture.

Puisque j'ai cité la tangue en comparant son application agricole à celle qu'on pourrait faire des argiles marneuses de l'embouchure de la Seine, j'ai pensé qu'il ne serait pas sans quelque utilité, dans un moment où l'attention des géologues se trouve portée vers les applications de la géologie à l'agriculture, de donner ici quelques détails sur la formation et l'emploi de ce dépôt tout à fait moderne, et qui offre plus d'une analogie de composition, sinon de formation, avec les argiles marines du Havre.

La tangue de la Manche est un composé de sables plus ou moins fins, d'argiles micacées et de débris de crustacés, de madrépores, de coquilles, etc., roulés, broyés, triturés, malaxés par le mouvement incessant des flots, qui viennent les déposer partout où leur fureur se trouve paralysée et où la mer est ordinairement calme. Ainsi s'explique pourquoi la bonne tangue ne se forme pas sur tous les points du littoral, mais seulement dans les anses, dans les baies un peu profondes que forment l'embouchure des rivières, tandis que partout ailleurs on ne rencontre qu'un sable coquillier grossier, commun à toutes les côtes maritimes. De là l'opinion erronée, généralement répandue, même parmi les gens instruits du pays, que c'est un produit fluviatile, un dépôt limoneux amené par les rivières.

L'examen attentif des matières qui composent la tangue, de la manière dont elle se forme, fait facilement reconnaître, au contraire, que c'est un dépôt purement marin, où les débris terrestres et d'eau douce ne viennent se mêler qu'accidentellement. En effet, les millions de mètres cubes de cette matière, journellement déposés dans les baies du Mont-Saint-Michel, de Regnéville, de Lessay, etc., dont les cours d'eau fort limités ne coulent exclusivement que sur un sol granitique et schisteux, démontrent assez que le principal agent de sa formation est la mer, à laquelle elle doit surtout ses qualités fécondantes. D'un autre côté, la Vire ne donne lieu, à son embouchure, qu'à la formation d'une tangue médiocre, moins riche en principes calcaires, parce que cette partie du littoral est aussi moins riche en mollusques que ne l'est la rade de Cancale.

Il a été reconnu que la tangue ne se formait que sur une étendue d'environ 60 lieues entre les embouchures de la Vire et de la Rance; il s'en dépose bien aussi à la vérité sur quelques

points des côtes de Bretagne et de Cornouailles, mais il paraît que cette tangue est bien moins efficace.

D'après les recherches de M. Bouvattier, membre du conseil général, le premier emploi de la tangue comme amendement, dans le département de la Manche, ne remonte qu'à l'année 1760; mais si à cette époque l'usage en était peu répandu, il est devenu tellement général depuis, qu'aujourd'hui des milliers de voitures circulent incessamment pour se rendre aux tanguières, et qu'on n'évalue pas à moins de 5 à 600,000 mètres cubes ce qui s'enlève, par le tanguage annuel, des seules baies du Mont-Saint-Michel, de Lessay, de Regnéville et de Pont-de-Laroque, où se forment les meilleures tangues.

Les habitants de ce littoral de la France attachent un tel prix à cet amendement singulier, qu'ils s'inquiètent et s'irritent à la seule pensée que l'on puisse apporter des entraves à son exploitation, qui a déjà donné lieu à tant de procès, à tant de querelles et même à tant de rixes violentes; et, en ce moment encore, le seul projet mis en avant de reconquérir plus de trois mille hectares de terrain perdu sur les grèves du Mont-Saint-Michel met les populations normandes du voisinage tellement en émoi, qu'elles menacent de s'insurger, et qu'elles deviennent ainsi le principal obstacle à son exécution, encore bien qu'il soit démontré qu'elle n'apporterait aucune entrave à l'exploitation et à la formation de la tangue, qui dépassera toujours en quantité les besoins de l'agriculture, quelque considérables qu'ils puissent devenir. C'est ainsi qu'une conquête facile, dont l'importance agricole serait de nature à apporter la richesse et l'abondance dans le pays, conquête qui est d'ailleurs destinée à arrêter les envahissements successifs de la mer, se trouve ajournée, mise en question, sinon abandonnée, par suite des préjugés d'une population ignorante et grossière.

Or, qu'on demande aux paysans de la contrée, aux agronomes même, qu'est-ce donc que cette matière tangueuse, susceptible de les passionner, de les révolutionner? Ils vous répondront qu'ils n'en savent rien, mais que c'est *au sel* qu'on doit attribuer la merveilleuse influence de cette matière agricole. Il n'en est rien cependant; car des expériences ont démontré que la *tangue béchée*, celle qui est la plus estimée, ne contient que tout au plus deux millièmes de sel marin et des autres sels contenus dans les eaux de la mer, tandis que la *tangue-sablon*, qui en contient jusqu'à 5 p. 100, et qui passe, sans doute à cause de cela, pour *brûler la terre*, n'est employée que pour

certaines prairies, mais après avoir été toutefois exposée à l'air pendant plusieurs mois, c'est-à-dire après que les pluies ont nécessairement dû en entraîner le chlorure de sodium.

Ce n'est donc ni au chlorure de sodium ni aux autres chlorures et sulfates, dont les bons effets sur la végétation ont été reconnus, du moins dans les terres qui se trouvent en dehors de l'influence de l'*aura maritima* (1), ni à l'action non moins efficace de 2 p. 100 de matières organiques renfermées dans les tangues (2), mais bien plus particulièrement aux 35 ou 40 p. 100 de matières calcaires qu'elles renferment également, qu'on doit attribuer les heureux effets de leur application sur les terres schisteuses et granitiques. Ainsi, c'est principalement comme amendement calcaire, et comme moyen de division du sol, par les sables, que les tangues agissent aussi avantageusement sur les terres argilo-siliceuses de ces contrées. C'est aussi ce qui avait donné l'idée à un jeune ingénieur des ponts et chaussées, M. L. Marchal, qui avait fait une étude spéciale des tangues et de leur application, de les soumettre à la cuisson. Il avait, à cet effet, fait construire, de concert avec les membres de la Société d'agriculture d'Avranches, un four d'essai pour cuire les matières tangueuses. Les applications agriculturales qui ont été tentées ensuite ont donné des résultats tellement satisfaisants, qu'une application, sur toutes espèces de cultures, de la tangue cuite allait être faite en grand, avec des allocations spéciales du ministre de l'agriculture, quand la révo-

---

(1) Si c'est à une trop forte proportion de sel que la tangue-sablon doit de passer pour brûler les terres, cela s'expliquerait facilement, par cette raison que les terres littorales étant sans cesse sous l'influence d'émanations marines, transportées par l'*aura maritima*, doivent jusqu'à un certain point se saturer de sel, ou tout au moins s'en charger assez pour rendre, dans ce cas-là, son emploi plutôt nuisible qu'utile à l'agriculture; car pour que le sel conserve tout son effet fécondant, il ne faut pas que les terres en contiennent plus d'un millième de leur poids.

(2) M. Durocher, dans une note qui vient de paraître dans le *Bull. Soc. géol.*, t. VI, 2e sér., p. 413, *Sur l'emploi des matières minérales à l'amendement des terres, et sur le défrichement des landes de la Bretagne*, indique, pour la composition des sables argilo-calcaires (*tangues*) du littoral de la Manche et de la Bretagne, de 20 à 70 p. 100 de carbonate de chaux, une petite quantité de phosphate de chaux, de chlorure de sodium et d'autres chlorures et sulfates provenant des eaux de la mer, qui contribuent à activer la végétation, et dont la proportion totale varie de 1/4 p. 100 à 6 p. 100.

lution de février vint suspendre et ajourner ces utiles expériences, dont malheureusement l'instigateur a depuis quitté le pays.

La cuisson diminuant beaucoup le volume de la tangue et augmentant considérablement son pouvoir fécondant, à ce point que le rapport de la tangue cuite à la tangue crue devien comme 1 est à 8, elle aurait eu pour premier avantage de permettre son emploi dans un rayon plus étendu, et de soulager beaucoup les routes, continuellement défoncées par un transport par trop considérable; car, bien que les canaux de la Vire et de Coutances aient été principalement creusés dans le but de faciliter le transport de la tangue dans l'intérieur, les frais et les embarras du chargement et du déchargement, joints au peu d'étendue de ces voies navigables, font que les cultivateurs continuent de préférence à aller s'approvisionner directement à la mer. Il est à craindre que les événements politiques, en suspendant des expériences qui devaient avoir une grande influence locale, n'aient retardé pour longtemps l'application d'une excellente innovation agricole, contre laquelle viendront encore lutter les dépenses de la cuisson, ses difficultés à cause de l'état pulvérulent de la tangue, et enfin, comme toujours, les vieux préjugés de la routine.

De tout ce qui précède, il reste évident que la chaux, ce condiment si énergique des terres siliceuses, devra être substituée à la tangue partout où l'éloignement des gisements calcaires et les frais de transport ne viendront pas s'y opposer; car le chaulage, qui a produit de si merveilleux effets sur les terres argileuses de la Bretagne et de la Vendée, où il donne depuis plus de trente ans lieu à une industrie très considérable et toute spéciale, celle de la fabrication de la chaux, ne remplacera pas avec moins d'avantage, sur celles de la Normandie, le simple marnage par la tangue, et même l'emploi de la tangue cuite, qui est bien aussi un véritable chaulage, mais un chaulage avec des matières ne contenant guère qu'un cinquième de son poids de chaux. En effet, la cuisson ayant pour résultat de chasser les 43 p. 100 environ d'acide carbonique que renferme le calcaire, et la tangue crue, comme je l'ai dit, n'en contenant que 35 à 40 p. 100, elle ne doit nécessairement plus contenir, quand elle est cuite, que 19 à 22 p. 100 de chaux vive. La chaux étant donc dans le rapport de 1 à 5 avec la tangue cuite, et celle-ci étant dans le rapport de 1 à 8 avec la tangue crue, il en résulte qu'elle ne devra s'employer que dans la proportion d'un qua-

rantième, c'est-à-dire qu'un tonneau de chaux devra remplacer et produire autant d'effet que 40 tonneaux de tangue crue, du moins comme résultat immédiat; car si la marne et le calcaire agissent moins énergiquement que la chaux vive ou hydratée, qui active la *maturité* des terres, comme disent, dans un langage figuré, les agriculteurs, leur action est plus prolongée. Je crois au reste qu'on obtiendrait d'excellents résultats si l'on employait simultanément, et en proportions convenables, la chaux et le calcaire, expériences que j'avais d'ailleurs tentées moi-même avec beaucoup de succès sur des terres granitiques en Bourgogne, et que les circonstances ne m'ont pas permis de prolonger assez longtemps pour bien juger de ses avantages comparatifs avec la chaux ou le calcaire seuls. Lorsque les calcaires sont durs, il convient de les diviser autant que possible et de les faire même moudre, car on conçoit qu'ils doivent alors agir à la fois comme diviseurs favorisant les courants d'air et d'eau dans l'intérieur des terres, et comme réactif d'autant plus puissant qu'étant plus divisés, ils présentent plus de points de contact avec les autres sels contenus dans les terres.

Oscillations séculaires de la croûte du globe.

Amené également, à l'occasion de la formation des terrains du Havre, à émettre l'hypothèse d'une oscillation lente et longtemps continue du sol de l'embouchure de la Seine, il ne paraîtra peut-être pas hors de propos que je donne ici quelques explications sur les observations qui m'ont fait admettre déjà depuis longtemps cette hypothèse, laquelle me paraît bien mieux expliquer que ne pourraient le faire les théories actuelles, celle des *affluents* surtout (1), non seulement les faits d'intermittence que les terrains des diverses époques géologiques présentent, mais encore les faits de succession paléontologiques jusqu'ici inexpliqués que montrent les terrains d'origine exclusivement marine.

---

(1) Par cette théorie, qui date déjà de 1827, et qui a été résumée à la page 22 d'une brochure intitulée *Candidature*, etc., publiée en 1835, son auteur, M. Constant Prévost, entre autres considérations, cherche à démontrer :

« Que rien ne prouve que, pendant la formation des divers dé-
» pôts dont le sol des continents se compose, le même point de la sur-
» face du globe, et notamment celui où se trouve Paris, ait été plu-
» sieurs fois submergé et découvert. Que les dépôts d'eau douce qui

Ce sont surtout les alternances bien constatées de couches tantôt marines ou fluvio-marines, tantôt aériennes et à stratification toujours concordante des différentes formations houillères et salifères, qui m'avaient suggéré l'idée que les observations récentes du Havre viennent de faire renaître, avec plus de consistance encore, dans mon esprit, qu'indépendamment des commotions violentes périodiques auxquelles sont dues les dislocations de la surface du globe, cette surface avait encore été nécessairement soumise, à différentes époques géologiques intermédiaires, à des mouvements oscillatoires plus ou moins lents, que pour cette raison je crois devoir appeler *séculaires*. Cette théorie des oscillations séculaires de la croûte du globe, sur laquelle je me propose de revenir bientôt, me paraît d'ailleurs devoir s'encadrer parfaitement dans celle des *soulèvements par dislocations* de M. Élie de Beaumont (1), à laquelle elle vient en quelque sorte servir de complément et de corollaire.

Application aux formations houillères. — Sans m'arrêter ici aux questions relatives à la formation de la houille, que je crois généralement comparable à celle de la tourbe, houille moderne non encore transformée, je dirai seulement que l'étendue et la régularité de certains dépôts houillers, jointes à leur énorme puissance dans quelques cas et au grand nombre de

---

» alternent, dans le bassin parisien, avec les dépôts marins, ont été » formés par des affluents fluviatiles dans un golfe d'eau salée. »

Deux simples questions suffiront pour montrer, je pense, l'impossibilité de faire concilier cette théorie avec les faits.

Si les dépôts d'eau douce s'étaient formés dans un golfe d'eau salée, ne devraient-ils pas constituer des dépôts fluvio-marins?

Si le sol parisien, durant toute la période tertiaire, n'avait pas été émergé et submergé plusieurs fois, qu'il fût toujours resté dans les mêmes conditions, ses dépôts marins ne devraient-ils pas être aussi, par la même raison, des dépôts fluvio-marins?

Un seul dépôt tertiaire, celui des argiles plastiques, à cause du mélange des coquilles marines et fluviatiles qu'il présente parfois, pourrait jusqu'à un certain point être considéré comme formé par des affluents d'eau douce dans un golfe d'eau salée, quoique je considère ici le mélange de coquilles marines plutôt comme la conséquence d'un phénomène inverse; mais les nombreuses intermittences si bien tranchées, au contraire, des autres dépôts marins et aériens, ne peut s'expliquer, selon moi, que par un mouvement oscillatoire alternatif du sol, correspondant à chacune de ces périodes distinctes.

(1) *Recherches sur quelques unes des révolutions de la surface du globe*, insérées dans les *Ann. des sc. natur.* de 1829 et 1830, et les nouveaux traités de géologie.

leurs alternances de grès, d'argiles, de calcaires marins avec des couches de houille, ne me paraissent pouvoir s'expliquer que par le système des oscillations lentes, et non, comme par exemple le veut faire M. de Boucheporn dans ses *Études sur l'histoire de la terre*, par la *théorie des déplacements du lit des fleuves*, théorie que je serais tout à fait disposé à adopter, s'il ne s'agissait que des seules couches alluviales ou marines que renferment les terrains houillers, mais qui n'explique nullement les intermittences plus ou moins nombreuses de couches de houille avec ces mêmes couches. On est donc forcé, pour expliquer ces intermittences remarquables de recourir aux relèvements et aux affaissements alternatifs du sol qui seraient, suivant le même géologue, mais je ne vois pas trop bien pourquoi, incompatibles avec les longues périodes de temps qu'a exigées la seule formation de certaines couches,

Application aux formations salifères. Origine sédimentaire du sel gemme. — Les formations salifères doivent être considérées également comme une succession de couches marines et aériennes, formées par des intermittences qui s'expliquent encore naturellement par la théorie des oscillations séculaires; car, après avoir supposé longtemps, avec beaucoup de géologues, une origine plutonique au sel gemme, j'ai été amené, par l'étude de nos terrains salifères de l'est et du midi de la France, à reconnaître, au contraire, que son origine est sédimentaire (1).

---

(1) Si, en interrogeant les faits, ils m'ont répondu d'une manière si affirmative, il est vrai de dire que, soit par le raisonnement, soit par des considérations d'analogie, plusieurs géologues avaient admis sous forme d'hypothèse cette même opinion, sans en déduire toutefois les conséquences d'intermittences qu'elle entraîne et qui doivent nécessairement conduire à faire admettre en même temps le système des oscillations séculaires de la croûte du globe. Ainsi, pour rendre justice à qui de droit et établir ici l'historique de la question, je crois devoir rappeler d'abord qu'il y a plus de cinquante ans déjà que les partisans de l'école de Werner, ou, pour mieux dire, les géologues neptuniens avaient naturellement adopté l'idée d'une formation du sel gemme par sédiment et par la seule raison qu'alors on croyait que toutes les roches stratifiées avaient une origine sédimentaire. Mais depuis l'apparition des idées plutoniennes, l'opinion qui lui supposait au contraire une origine souterraine ou volcanique avait généralement prévalu. Cependant, M. Mathieu de Dombasle, dans un mémoire inséré dans les *Annales des mines* de 1821, avait attribué le dépôt des couches salines et gypseuses à l'évaporation des lacs sans issue et même des lacs d'eau douce. Plus tard, en 1843, M. de Humboldt,

et qu'il doit, par conséquent, faire partie des dépôts que j'appelle aériens. En effet, dans le Wurtemberg, à Dieuze, à Gouhenans, à Grozon, à Salins, à Montmorot, le sel se présente en couches multiples qui alternent avec des calcaires magnésiens, des grès, des marnes à débris de coquilles marines, et même des couches de houille. L'examen attentif de ces alternances bien constatées des couches de sel tantôt pures, tantôt mélangées de fragments roulés ou anguleux englobés dans la masse cristalline, ne permet pas de lui supposer une origine souterraine; aussi n'ai-je pas hésité à émettre cette nouvelle opinion dans un *Rapport sur les mines de sel gemme et de charbon de terre de Grozon (Jura)*.

Les dépôts de sel résultent donc bien évidemment pour moi aujourd'hui de l'évaporation de nappes d'eau salées dans des circonstances particulières, et alors que, par un relèvement du sol, partie des eaux de la mer se sont trouvées retenues dans des espèces de lagunes isolées plus ou moins profondes. L'évapo-

---

dans son ouvrage sur l'*Asie centrale*, t. II, p. 143, attribue les dépôts superficiels de sel gemme de cette région du globe au manque d'équilibre entre l'évaporation et le volume d'eau fourni par les affluents et les précipitations atmosphériques; et M. Hommaire de Hell, dans son ouvrage sur *Les steppes de la mer Caspienne, la Crimée et la Russie méridionale*, publié de 1843 à 1844, t. III, ch. XI, regarde également les dépôts salifères des régions aralo-caspiennes comme le résultat du dessèchement de plaines autrefois occupées par la mer. D'un autre côté, M. Angelot, dans ses *Recherches sur l'origine du haut degré de salure de divers lacs*, etc., insérées au *Bull. Soc. géol.*, t. XIV, 1re sér., p. 356, a cherché à démontrer que le sel en couches est le résultat de l'évaporation ; et M. de Boucheporn, dans ses *Études sur l'histoire de la terre*, p. 50, soutenant la même thèse, déclare regarder les couches de sel comme le résultat d'évaporation accidentelles et périodiques de lacs salés, etc. Plus récemment encore, M. Frapolli, dans un mémoire intitulé : *Faits qui peuvent servir à l'histoire des dépôts de gypse, de dolomie et de sel gemme*, t. IV, 2e sér., p. 854 du *Bull. Soc. géol.*, pense aussi que les dépôts de sel se sont formés par l'évaporation de bras de mer séparés de l'Océan, ou de lacs intérieurs. Enfin, M. Jules Marcou, dans ses *Recherches sur le Jura salinois*, insérées dans les *Mém. de la Soc. géol.*, 1re part., t. III, 2e sér., p. 21, repousse aussi l'idée émise par M. Gressly, qui attribue les sels, les gypses et les dolomies à des émanations gazeuses arrivées pendant les dislocations jurassiques, mais pour admettre une hypothèse qui s'en rapproche cependant beaucoup, savoir, que ces roches sont dues à des sources minérales très abondantes, sourdant dans la mer keupérienne, etc.

ration, ne se trouvant plus alors compensée, forçait par une concentration naturelle le sel à se précipiter au fond, ainsi que cela a lieu naturellement dans tous les marais salans, ou bien artificiellement dans les chaudières d'épuration. Ce mode de formation par évaporation et par intermittence explique aussi très bien pourquoi les dépôts de sel, que j'appellerai des amas plutôt que des couches, ne forment que rarement des nappes continues comme les autres assises des terrains avec lesquels ils alternent : c'est que ces amas, n'étant que la conséquence des dépressions du sol émergé, devaient nécessairement avoir pour limites les cavités déprimées. Si maintenant à ces considérations on ajoute celles qu'on peut déduire de la grande solubilité du sel, cause de sa disparition dans beaucoup de cas (1), on comprendra facilement l'incertitude de l'opinion de beaucoup de géologues sur la véritable origine du sel gemme, qu'une

(1) Dans le rapport précédemment cité et simplement autographié en octobre 1846, en parlant des causes de l'insuccès de la plupart des recherches entreprises dans ces derniers temps sur les terrains salifères, dans le but d'y découvrir des bancs de sel gemme, dont la loi du 17 avril 1840 a permis la libre exploitation, moyennant toutefois *concession*, je m'exprimais ainsi : « Cela tient à la grande solubilité » du sel dans l'eau, circonstance à laquelle on n'a pas fait assez d'at- » tention ; de là résulte que, par une conséquence du brisement des » terrains, il a dû être fréquemment dissous par les eaux d'infiltration » qui, en pénétrant à travers les fractures, les fissures du sol, allaient » s'y charger de sel, pour donner ensuite lieu à des sources salées. » C'est ainsi que le sel doit manquer sur beaucoup de points, et c'est » à tort qu'on a voulu conclure que là où se trouvait le terrain sali- » fère, on devait trouver le sel, comme on y trouve les autres roches » ses congénères. Par conséquent, loin de trouver toujours le sel » gemme partout où se rencontre le terrain salifère, qui, lui, n'a pas » pu être dissous, on devrait peut-être, au contraire, le considérer » aujourd'hui comme exceptionnel et comme n'existant plus que dans » les points où l'action des eaux n'a pu aller s'exercer. Il n'y a donc » pas lieu de redouter que le nombre des salines puisse s'augmenter » indéfiniment; car, encore bien que l'on puisse supposer que les » masses de sel préservées soient fort considérables, comme c'est surtout » sur les bords du terrain, sur les parties les plus soulevées qu'il a » d'abord dû être dissous, la nécessité d'aller, dans le plus grand » nombre de cas, le chercher à de grandes profondeurs, jointe à l'in- » certitude de le rencontrer et à l'amoindrissement des chances de bé- » néfices qui en résulteraient, arrêtera toujours un grand nombre de » spéculateurs. Ainsi, ces circonstances, dont on n'avait pas tenu » compte jusqu'ici, rendent les recherches de sel gemme beaucoup » plus chanceuses qu'on ne se l'était généralement figuré. » L'entrai-

étude imparfaite, presque toujours impossible à la surface du sol, jointe aux irrégularités fréquentes qu'il présente, devait entretenir. On est aussi conduit par là à comprendre très bien pourquoi les dépôts salifères s'échelonnent, comme les dépôts de houille, dans presque toutes les formations, depuis les terrains de transition jusque dans les plus modernes, sans que l'on puisse dire que le sel fasse partie intégrante et nécessaire d'aucune d'elles, car il n'y entre que comme élément accidentel et purement local; cela explique donc encore pourquoi dans le Wurtemberg, dans la Bavière et dans le nord de la France, par exemple (1), les dépôts de sel forment deux étages bien distincts, dont l'un appartient à la formation du muschelkalk, tandis qu'au midi des Vosges ils paraissent compris dans le seul système des marnes irisées; que dans les Pyrénées ils appartiennent à la craie; etc.

Application aux formations marines. — Si d'un côté la formation des terrains intermittents s'explique mal sans la théorie des oscillations séculaires, d'un autre il ne serait peut-être pas moins embarrassant d'expliquer sans elle la formation de beaucoup d'autres terrains d'origine exclusivement marine. On sait que la plupart des mollusques ne peuvent vivre à de grandes profondeurs, et que pour cette raison leur habitation se trouve presque toujours dans le voisinage des côtes; on peut donc en conclure *à priori* que l'enfouissement des coquilles marines dans les couches calcaires ou argileuses n'a pu s'effectuer que dans les mers littorales et peu profondes. Or on sait aussi que plusieurs terrains marins ont des puissances énormes qui atteignent jusqu'à 3 et 4,000 mètres, lesquels renferment cependant dans leurs couches inférieures, aussi bien

---

nement des dépôts de sel par les sources salées explique aussi la salure actuelle de la mer, et peut-être l'accroissement progressif, mais très lent de cette salure.

(1) *Note sur le gisement du sel gemme dans le département du Jura*, par M. Levallois, *Annales des mines*, 3e sér., t. IV; — *Identité des formations qui séparent dans la Lorraine et dans la Souabe le calcaire à Gryphites (lias) du muschelkalk*; — *Mémoires de la Soc. géol. de France*, 1re sér., t. II. p. 24, et *Mémoire sur le gisement du sel gemme dans le département de la Moselle*, par le même auteur, Nancy, 1846. — Voir aussi les coupes données par M. Alberti, dans son *Die Gebirge des Konigreichs Wurtemberg*, Stuttgardt, 1826, et le t. II de l'*Explication de la carte géol. de France*, par MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont.

que dans les couches supérieures, les débris de coquilles toutes ou presque toutes littorales. Ce phénomène paléontologique, d'une succession uniforme dans les débris organiques dans toutes les couches d'une même formation, ne peut s'expliquer que par un affaissement graduel du sol, c'est-à-dire en adoptant la théorie des oscillations.

Cette théorie permettra de pouvoir expliquer encore sans doute bien d'autres faits géologiques, comme par exemple les nombreux *hiatus* qu'on observe en beaucoup de lieux, où certains étages d'une formation manquent, tandis qu'ailleurs tous les membres de cette même formation ont pu régulièrement se succéder et se développer dans toute leur intégrité; mais je m'abstiendrai d'entrer ici dans de plus longs détails à ce sujet; d'ailleurs les géologues, une fois prévenus, y arriveront naturellement (1). Je m'attends à beaucoup d'objections, sans doute, puisqu'il ne m'est pas possible de fournir d'autres preuves que celles qui résultent de conséquences à déduire de faits bien constatés, mais pouvant néanmoins, tout aussi bien que peuvent le faire ceux de discordances de stratification pour les soulèvements par dislocations, fournir des preuves tout au moins fort rationnelles de ces mouvements lents auxquels la surface du globe me paraît avoir nécessairement été soumise de tout temps. Ainsi, quoique la théorie des oscillations séculaires, que je viens d'exposer, ne s'appuie encore que sur des preuves d'induction, si ces preuves deviennent nombreuses, elles peuvent

---

(1) M. J. Marcou, dans ses *Recherches sur le Jura salinois*, p. 4, en citant les remarquables *Recherches géologiques sur le Jura soleurois* de M. Gressly, insérées dans les *Nouv. Mém. de la Soc. helvétique* pour 1841, dit que cet auteur a été conduit à reconnaître des différences bien marquées dans les caractères pétrographiques, géognostiques et paléontologiques des couches, non seulement dans le sens vertical, mais aussi dans le sens horizontal, suivant que les assises sont littorales, subpélagiques ou pélagiques; d'où il est conduit à rétablir les rivages, les bas-fonds, la profondeur des eaux, et à tracer *les changements que le fond de la mer a subis aux différentes époques dans l'océan jurassique.* Ces savantes conclusions, appuyées sur un grand nombre d'observations, ouvrent une voie immense aux recherches des géologues, et promettent les solutions prochaines d'un grand nombre de faits jusqu'à présent inexpliqués.

M. J. Marcou ajoute en note, à la page 21, qu'il a été amené à admettre que les dislocations du Jura ont eu lieu *lentement*, *et se sont continuées pendant les périodes crétacée et mollassique*, etc.

finir par lui faire acquérir bientôt la certitude des vérités les mieux démontrées.

Comme les preuves les plus récentes sont celles qui nous amèneront peut-être le plus vite à jeter quelque jour sur la question, je rappellerai encore ici, avant de terminer, les principaux faits de l'époque actuelle qui paraissent appuyer cette théorie. C'est ainsi que les observations géologiques confirment le soulèvement des steppes de la mer Noire et de la mer Caspienne, dont Ovide, dans ses *Métamorphoses*, nous avait transmis le souvenir historique. C'est ainsi encore que les observations toutes récentes de MM. Murchison, de Verneuil et Keyserling, sont venues nous révéler le soulèvement également très récent des plages basses qui avoisinent l'océan Glacial arctique. Cette oscillation des terres boréales ne pourrait-elle pas se lier à celle qui a déterminé le soulèvement des terres caspiennes et la réunion de la presqu'île scandinave au continent, autre fait historique qui nous a également été conservé par tradition? Une autre preuve de ces mouvements oscillatoires ne résulterait-elle pas encore de l'émersion que je signalais également, il y a quelque temps, à la Société (1), d'une partie des terres qui forment le pied méridional de l'Atlas, dont la réunion au continent africain ne date peut-être aussi que de cette époque toute récente? D'un autre côté, les limons récents qui couvrent les pampas, ces vastes plaines de l'Amérique du Sud, comme les dépôts de coquilles vivantes signalées par MM. Bayfield et Logan, dans le voisinage du fleuve Saint-Laurent, semblent démontrer encore que le sol des deux Amériques n'a pas échappé non plus à ces oscillations de l'époque actuelle.

Si la mer, en laissant sur le sol des traces irréfragables de son séjour, a pu nous permettre de constater quelques unes de ces oscillations récentes, aucun fait bien précis ne se montre, quant à présent, pour nous guider dans l'appréciation de ceux qui ont dû également avoir lieu loin des rivages, soit sur les surfaces émergées intérieures, soit dans les profondeurs des mers, où nous sommes encore bien moins à même de porter nos investigations. Si ces mouvements oscillatoires continuent à la surface du globe, ce qui est très probable, l'excessive lenteur avec laquelle ils se manifestent ne nous permettra pas de pou-

(1) *Note sur la géographie ancienne et sur une dépression probable de l'Afrique septentrionale*, etc. *Bull.*, t. II, 2e sér., p. 349.

voir constater de longtemps ceux qui affectent ses parties émergées comme ses parties submergées, car la vie éphémère de l'homme est trop courte pour qu'elle puisse lui permettre de les apprécier; son histoire ou ses souvenirs n'embrassent même qu'une période de temps relativement très courte, et ses observations précises ne datent encore que d'hier. Pour être certain de la stabilité complète de la croûte du globe, à laquelle sa faible épaisseur, eu égard à son immense développement qui la fait comparer, malgré ses 25 lieues supposées, comme étant infiniment moindre que le simple derme jaune d'une orange ou d'un citron, ne permet guère de croire (1), il faudrait que des

---

(1) M. Cordier, dans son *Essai sur la température intérieure de la terre*, inséré dans les *Annales des mines*, 2e sér., t. II, p. 53, a démontré la flexibilité probable de la croûte terrestre. M. Rozet, dans son *Mémoire sur quelques unes des irrégularités de la structure du globe terrestre*, inséré au t. Ier, 2e sér., des *Mém. Soc. géol. de France*, démontre, par suite des opérations géodésiques et astronomiques qui servent de fondement à la nouvelle carte de France, et celles faites dans d'autres pays, comparées aux observations barométriques et du pendule, que la surface du globe est composée d'une série de bombements et de dépressions formant des ondulations qui sont très certainement le résultat des oscillations séculaires. En terminant son intéressant mémoire par des considérations géologiques tendantes à démontrer que les résultats de la mécanique et de la physique se réunissent aux preuves géologiques pour démontrer la véracité du système des soulèvements de montagnes de M. Élie de Beaumont, M. Rozet s'exprime ainsi: « Les forces qui ont produit les irrégularités du globe n'ont point encore cessé d'agir; elles nous révèlent à chaque instant leur existence » par les tremblements de terre, les déflagrations volcaniques, les » émanations gazeuses, les sources thermales jaillissantes, etc., etc. » Le soulèvement lent qui se manifeste d'une manière si remarquable » dans les régions arctiques, que plusieurs phénomènes ont déjà fait » soupçonner dans plusieurs autres parties du globe, et particulièrement » sur les côtes de France; l'activité continuelle de quelques volcans, » la permanence des éruptions gazeuses et de la plupart des sources » thermales, etc., annoncent que ces forces agissent d'une manière » continue. Ces grands bouleversements, que tous les faits annoncent » avoir été subits, et dont les hautes chaînes de montagnes nous offrent » de si beaux exemples, correspondent probablement à des paroxysmes » de l'action de ces forces, résultant de ce que leur intensité s'est » trouvée momentanément beaucoup augmentée sur quelques points, » ou, plutôt, que certaines portions de la croûte solide, continuellement soumise à leurs efforts, venant à céder, les matières intérieures ont tout à coup jailli à travers les crevasses produites par » l'effet de l'énorme pression qu'elles éprouvaient, en bouleversant

observations mathématiquement exactes, faites dans ce but, remontassent la série des siècles. Malheureusement les observations géodésiques, les seules sur lesquelles on pourrait le plus compter, ne remontent guère au delà de la fin du siècle dernier, et elles n'embrassent qu'une trop minime partie de la surface de la terre, pour qu'on puisse en tirer des conséquences absolues. Sont-elles d'ailleurs tout à fait exemptes d'erreur, et sommes-nous bien certains qu'elles pourront servir un jour à faire connaître avec quelque certitude les variations qu'indépendamment de celles dues aux actions météoriques, les différents points du sol auraient pu éprouver dans leurs altitudes?

M. le secrétaire donne lecture de la note suivante de M. Fournet :

Note sur les terrains des environs de Neffiez et Roujan (département de l'Hérault), par MM. Graff, ingénieur civil des mines, et J. Fournet, professeur à la Faculté des sciences de Lyon.

Les environs de Roujan ont été parcourus par MM. Reboul, Boué et Dufrénoy, mais à une époque où la connaissance des

---

» toutes les couches solides qui se trouvaient sur leur passage. Il ne » s'est produit des chaînes de montagnes, les couches solides n'ont été » fortement redressées, que quand la croûte s'est brusquement rom- » pue, quand il s'y est fait de grandes crevasses sous l'action des » forces qui tendent à écarter certaines parties du centre. Mais, quand » cette croûte a été assez flexible pour céder sans se rompre, ainsi que » cela est certainement arrivé dans les grandes plaines, comme celles » de la Brie, de la Beauce, de la Lombardie, de la Russie, etc., les » couches solides ont été écartées du centre dans des endroits et rap- » prochées dans d'autres, sans que pour cela elles aient cessé d'être » sensiblement horizontales. Il faut bien distinguer les chaînes de » montagnes des bombements du globe, dont elles occupent toujours » le sommet, etc.

» Plusieurs faits bien constatés annoncent que certaines parties de » la croûte terrestre cèdent encore lentement et continuellement à » l'action intérieure, comme les rives de la Baltique et du Groënland; » mais un petit effort longtemps continué produit de grands effets. » Il pourrait donc arriver que quelques portions de cette croûte vins- » sent à céder brusquement sous l'action des forces qui les sollicitent, » et alors on pourrait voir se renouveler les grandes catastrophes que » le globe a éprouvées antérieurement aux temps historiques. »

terrains de transition était encore trop peu avancée pour qu'ils aient pu apprécier convenablement l'importance de la localité sous ce rapport. Cependant déjà en 1833 M. Boué, dans une simple note, avait laissé entrevoir l'incertitude qui régnait encore sur l'âge des dépôts houillers de cette station, en même temps que sur celui de la plupart des autres bassins du Midi.

En 1840 et 1842, l'un de nous fut chargé de l'exploration géologique de la même contrée; il en dressa la carte, et il étudia en outre l'ensemble du pays depuis Bédarrieux jusqu'à Nefliez, de manière à obtenir une coupe transversale de cette partie de la chaîne de la montagne Noire; enfin il soumit au congrès de Chambéry une première note relative à l'objet de ses études (*Bull. de la Soc. géol.*, 1844.).

Combattant, pour cette station méridionale, l'idée d'une formation lacustre alors admise pour la grande majorité des terrains houillers de la France, il n'hésita pas à assimiler le dépôt de Roujan aux grandes formations dites marines de la Belgique et de l'Angleterre. En effet, celui-ci repose sur le calcaire de transition de la montagne Noire, en s'y liant d'une manière d'autant plus intime qu'à la concordance de stratification vient se joindre un passage de certains membres du système inférieur à ceux du système houiller. D'ailleurs le grès houiller de Roujan, identique avec le *millstonegrit*, trahit par sa constitution une cause de transport plus largement développée que celle qui a produit les grès des petits bassins français, que l'on peut encore considérer comme lacustres. Ajoutons à cela que non seulement ce terrain houiller succède à une formation marine, mais qu'il est suivi encore en stratification concordante par le grès bigarré et par des calcaires assimilables au muschelkalk.

Il résulte de cette série de données qu'il devenait impossible de séparer la formation houillère des terrains marins inférieurs et supérieurs, et, par suite, l'hypothèse d'un déplacement quelconque des mers, pour y substituer momentanément un lac d'eau douce, était peu en harmonie avec les circonstances.

Partant d'ailleurs du résultat des études les plus récentes sur les terrains de transition de la France, lesquelles tendaient dès lors à faire ranger dans le système carbonifère ceux de Sablé et de Tournay, ainsi que ceux de Régny, si bien étudiés par M. Jourdan, l'idée du refoulement de la mer carbonifère vers le nord de la France fut déclarée devoir être abandonnée, et l'on proposa d'y substituer la possibilité de son extension sur nos provinces méridionales.

Cependant les fossiles trouvés dans le terrain de transition voisin de la zone houillère de Roujan ne venaient pas confirmer pleinement les indications précédentes. De leur détermination faite par MM. Jourdan, Agassiz, Michelin et de Verneuil, il résultait même que le système de transition devait être classé parmi les formations dévoniennes. Mais fort des associations géologiques, celui de nous qui avait émis les aperçus précédents n'en persista pas moins dans ses conclusions, quitte à laisser au temps le soin de les confirmer. Bien plus, il n'hésita nullement à proposer une vérification des faits à un collègue récemment chargé de la direction des mines qui avaient été l'objet principal des recherches sus-mentionnées.

Celui-ci, appréciant toute l'importance d'une question qui touchait de si près à l'avenir de ses exploitations, lui consacra tous les moments que lui laissaient ses travaux spéciaux. Il améliora la carte géologique du pays, distingua plus nettement les divers étages houillers, ajouta divers faits à l'histoire du trias méridional, et fit, entre autres, la découverte de nombreuses empreintes végétales dans une bande de schistes noirs supérieurs aux assises houillères proprement dites. On pourra donc comparer ces schistes à ceux des environs de Lodève et de Milhau, ou bien encore à ceux d'Autun, dans lesquels plusieurs géologues ont cru voir un équivalent du zechstein.

Des recherches assidues ont d'ailleurs fait récolter une collection de fossiles du terrain de transition, assez complète pour qu'il soit permis, dès ce moment, d'établir la distinction capitale d'un système dévonien et d'un étage supérieur qui doit être carbonifère. Le premier se trouve caractérisé par ses Madrépores, ses Crinoïdes et ses Goniatites; le second l'est également par ses *Productus* et ses autres Brachiopodes. Ainsi donc les aperçus purement géologiques ayant reçu une confirmation pleine et entière par les données paléontologiques, nous ne voyons plus de motifs pour retarder davantage la publication de nos études sur la station de Roujan, et elle sera faite en commun, puisque notre part à ce travail est égale, comme l'ont suffisamment démontré les détails qui précèdent.

M. de Verneuil ajoute à cette note les observations suivantes :

Quelques polypiers que M. Fournet avait communiqués à la réunion extraordinaire de la Société géologique, à Chambéry,

nous avaient convaincu qu'il existait, au-dessous du petit bassin carbonifère de Nefliez des couches dévoniennes bien caractérisées. Les fossiles plus nombreux que, depuis cette époque, ce même savant a recueillis de concert avec M. Graff, et qu'il a eu l'obligeance de laisser quelque temps entre nos mains, ont beaucoup excité notre intérêt en nous offrant la preuve que cette localité réunit, sur un petit espace, trois terrains différents, c'est-à-dire les terrains carbonifère, dévonien et silurien.

Nous indiquerons, d'après les étiquettes jointes aux fossiles, les localités où affleurent ces divers terrains.

Terrain carbonifère. — Il faut y rapporter : 1° les calcaires en contact avec les schistes carburés de la couche d'Izarne, à environ 100 mètres du mur du terrain houiller de Caylus, qui renferment le *Productus gigas;* 2° le calcaire de Vailhans, où se trouve le *Productus Edelburgensis,* Phill.; 3° le calcaire inférieur aux schistes carburés, (1), vis-à-vis le Bousquet, dont certains échantillons nous ont offert le *Productus semireticulatus* et le *Caninia gigantea,* Michel.; 4° enfin, un calcaire près des schistes carburés, entre le Bousquet et le Mounio, d'où provient un échantillon que nous croyons être l'*Euomphalus acutus,* Sow.

Terrain dévonien. — Nous considérons comme dévonien un calcaire noir faisant partie des schistes carburés près Tiberek, schistes qui sont sur le prolongement ouest de ceux de la couche d'Izarne. Parmi les fossiles qui en proviennent, nous avons reconnu 3 espèces de Goniatites de petite taille, et qui, par la forme simple de leurs lobes, ont beaucoup d'analogie avec certaines petites Goniatites récemment découvertes dans les schistes dévoniens de l'Eifel, au-dessous des calcaires de ce pays si riches en fossiles. L'une d'elles, le *G. simplex,* Buch, paraît être la même dans ces deux pays. Avec ces Goniatites se trouve, comme dans l'Eifel, un fossile très caractéristique, le *Cardium palmatum,* Goldf. Cette espèce, qui avait été appelée *Venericardia retrostriata* par M. de Buch, est répartie sur une grande étendue de pays, car elle a été reconnue dans les terrains dévoniens de Nassau, de la Westphalie, du Fichtelge-

(1) D'après les désignations jointes aux échantillons et notre détermination des fossiles, il résulte qu'il y a des schistes carburés au-dessus des fossiles carbonifères, et d'autres qui appartiennent aux terrains dévonien et silurien. Il serait important de bien étudier si dans le premier cas il n'y a pas renversement de couches.

birge, des monts Timans, au nord de la Russie, et jusque dans la Nouvelle-Zemble. Les autres fossiles du Tiberek sont moins bien caractérisés. Cependant nous avons cru y reconnaître le *Cardium interpunctatum*, Münst., plusieurs petits Orthocères indéterminables, quelques moules de Térébratules et une queue de Trilobite du genre *Cryphæus*, Green, genre ordinairement dévonien.

La seconde localité que nous rapportons au terrain dévonien est celle du Petit-Glanzy. Les fossiles, la plupart en mauvais état, appartiennent généralement à la classe des Brachiopodes et des Polypiers, et nous portent à considérer ce terrain comme l'équivalent des calcaires de l'Eifel, de Ferques, de Néhou, etc. On y reconnaît le *Favosites spongites*, un *Leptæna* voisin du *L. Murchisoni*, une *Orthis* voisine de l'*O. crenistria*.

Terrain silurien. — Dans cette dernière catégorie viennent se placer les schistes carburés à l'ouest de Faytis qui nous paraissent être sur le même horizon que les schistes ampéliteux de la Bretagne et de la Normandie (Saint-Jean-sur-Eure, Feugerolles et Saint-Sauveur-le-Vicomte). On y trouve en effet le *Graptolites ludense*, Murch. (*Prionotus sagittarius*, His.) et la *Cardiola interrupta*. Cette dernière espèce est très répandue en Europe et est presque toujours accompagnée de Graptolite. Sa place, dans la série des formations, varie légèrement. Ainsi, en Angleterre, elle se trouve dans les schistes de Ludlow, c'est-à-dire vers le haut du terrain silurien supérieur, tandis qu'en Normandie, en Bretagne et en Bohême, elle occupe la partie inférieure de ce même terrain, près de sa jonction avec le terrain silurien inférieur. La *Cardiola interrupta* est encore connue dans les Pyrénées, près de Saint-Béat, en Sardaigne et dans le Fichtelgebirge. Il existe dans la même localité de Faytis plusieurs Orthocères, malheureusement sans test, qui rappellent les espèces des couches ampéliteuses de la Bretagne et de la Normandie.

M. Delesse fait la communication suivante :

Recherches sur le porphyre quartzifère, par M. Delesse, professeur à la Faculté de Besançon.

On a donné le nom de *porphyre quartzifère* (1) à une famille de roches dont les caractères minéralogiques sont extrêmement

(1) MM. de Buch, de Leonhardt, G. Rose, Rammelsberg, Naumann

variés : lorsque la cristallisation du *porphyre quartzifère* est très développée, sa pâte diminue; et quand elle disparaît complétement ou presque complétement, il passe à une variété de *granite* ou de *syénite ;* lorsqu'au contraire sa cristallisation est peu développée, la pâte prédomine, et quand il n'y a plus de cristaux visibles, il passe au *petrosilex*.

Toutes les roches cristallines présentent ainsi deux limites extrêmes, en apparence très différentes, mais qui, en réalité, diffèrent moins par leur composition chimique que par le développement de la cristallinité qui, dans l'une, atteint le *maximum*, tandis que dans l'autre elle est au *minimum*. Il en résulte que, dans presque toutes les roches, on peut distinguer trois variétés principales, suivant que leur structure est *granitoïde*, *porphyroïde* ou *grenue*.

Dans une même localité, la nature du porphyre quartzifère n'est généralement pas plus variable que celle des autres roches, mais elle est très variable suivant la nature des roches entre lesquelles il est enclavé, et dans des localités différentes sa composition chimique et minéralogique est, ainsi qu'on le verra plus loin, assez variable, ce qui explique suffisamment les grandes différences d'aspect qu'il présente.

Les minéraux qui constituent le porphyre quartzifère ne sont autres que les minéraux constituants de toute roche granitoide : ce sont en effet le *quartz*, l'*orthose*, quelquefois un *feldspath du sixième système*, le *mica* et l'*amphibole ;* il y a aussi de la *pinite*.

Les caractères de ces minéraux sont généralement ceux qui leur sont habituels dans le granite, et leur composition chimique est d'ailleurs la même : c'est donc la présence d'une *pâte* qui distingue surtout le porphyre quartzifère du granite.

Quartz. — Si nous passons successivement en revue les minéraux du *porphyre quartzifère*, nous voyons que dans les variétés à structure cristalline bien développée, le *quartz* est en cristaux complétement terminés se rapportant au dodécaèdre triangulaire bipyramidé, dans lequel les faces sont très inégalement développées et les arêtes souvent un peu arrondies; quelque-

---

et Cotta, de Dechen, Walchner, Petzholdt, de Holger, et les géologues allemands en général, le désignent sous le nom de *feldstein* ou *hornstein porphyr*, *eurit porphyr*, *quartz führender porphyr*, *rother porphyr*, ou simplement *porphyr :* l'*elvan* des géologues et des mineurs anglais en est également une variété.

fois les faces de l'hexagone régulier sont combinées avec celles du dodécaèdre. Le quartz s'observe du reste avec les mêmes formes dans quelques variétés de granites, de syénites et de protogines, et j'ai reconnu que c'était surtout aux limites de ces roches, qui ont alors, comme le porphyre quartzifère, une pâte feldspathique. Généralement dans les roches granitoïdes le quartz paraît avoir rempli les interstices laissés par les autres minéraux; mais quand ces roches ont accidentellement une pâte feldspathique, ainsi que cela a lieu normalement pour le porphyre quartzifère, le quartz a au contraire cristallisé au milieu de la pâte qui s'est moulée sur lui.

Quand le porphyre quartzifère a la structure cristalline peu développée, le quartz est en petits grains très brillants, tantôt cristallins et tantôt amorphes, qui sont répandus dans la pâte; quelquefois même il est simplement en veinules ou en feuillets.

De tous les minéraux du porphyre quartzifère, le *quartz* est celui qu'on y observe de la manière la plus constante, et lorsque sa structure cristalline est le moins développée : c'est donc le minéral *caractéristique* de la roche à laquelle on a donné avec raison le nom de *porphyre quartzifère*.

Orthose. — L'orthose est le plus souvent rose ou rouge; quelquefois cependant il est blanc; par altération, il prend toujours une couleur rougeâtre : avant l'altération il a quelquefois un éclat un peu gras. Ses cristaux présentent la macle habituelle et caractéristique de l'orthose qui entre dans la pâte des granites; cette macle semble indiquer qu'ils ont été gênés dans leur cristallisation, et qu'après avoir commencé à se développer dans un temps, ils se sont ensuite développés dans un autre sens.

Lorsque la structure cristalline de la roche est très développée, les cristaux d'orthose sont très gros, et alors aussi le quartz est cristallisé; au pont de Bellonchamp (Haute-Saône), j'ai même observé, dans un porphyre quartzifère, des cristaux d'orthose qui avaient plusieurs décimètres de longueur.

Lorsque la structure cristalline est peu développée, l'orthose est en petites lamelles allongées et maclées qui se fondent dans la pâte, et le quartz est alors en petits grains hyalins.

L'orthose est, après le quartz, le minéral le plus constant du porphyre quartzifère, et quand on y voit du quartz, on y distingue le plus souvent à la loupe de petites lamelles d'orthose; du reste, le plus généralement, le porphyre quartzifère se réduit à une pâte feldspathique parsemée de petits grains de quartz et de lamelles d'orthose.

Feldspath du sixième système. — Le *feldspath du sixième système* ne s'observe dans le porphyre quartzifère que quand sa structure cristalline est bien développée; il se présente avec les mêmes formes que dans le granite, et il m'a paru avoir aussi la même composition; ainsi je pense qu'il doit être rapporté à l'*andésite* ou quelquefois à l'oligoclase, mais non pas à l'albite, que je n'ai rencontré jusqu'à présent dans la pâte d'aucune roche granitique.

Mica, Amphibole. — Le *mica* et l'*amphibole* ne diffèrent pas des minéraux semblables qu'on observe dans les roches granitiques; mais ils sont rares et généralement en cristaux petits et assez peu nets. Le mica n'est pas toujours en paillettes, mais il forme quelquefois des prismes hexagonaux non réguliers assez allongés, principalement lorsqu'il a une couleur verte comme le mica de la protogine.

Souvent le mica, le feldspath du sixième système, et surtout l'amphibole, manquent dans le porphyre quartzifère, et ce sont seulement certaines variétés de la roche qui contiennent ces minéraux.

Pinite. — Le porphyre quartzifère, lorsqu'il est à grands cristaux et à structure granitoïde bien caractérisée, contient très fréquemment de la *pinite*, qui est le plus souvent cristallisée et dans un état plus ou moins avancé de décomposition; quand elle est fortement décomposée, elle a l'éclat et la cassure de la cire et elle est jaune verdâtre. La pinite s'observe surtout dans les porphyres quartzifères granitoïdes du centre de la France et des Vosges.

Minéraux divers. — Enfin, on trouve aussi dans le porphyre quartzifère de la *pyrite de fer*, du *fer oligiste*, du *talc* ou du moins un *hydrosilicate à base de magnésie et de fer* qui est mal caractérisé, etc., et quelquefois, mais cependant assez rarement, les divers minéraux et minerais (1) de filons qui se rencontrent accidentellement dans les roches granitoïdes.

M. G. Léonhardt (2) a signalé dans le porphyre quartzifère des environs de Bade des filons et des druses contenant de belles variétés d'*améthyste*, de *calcédoine*, d'*opale*, etc.

---

(1) M. Desplaces de Charmasse a indiqué la présence de la pyrite de cuivre dans les porphyres du Morvan. (*Bulletin*, 2e sér., t. II, p. 752.)

(2) G. Leonhardt, *Geognostische skizze des Grosherzogthums Baden.* — *Neues Jahrbuch*, 1847, p. 41.

Il y a aussi dans le porphyre quartzifère des druses qui contiennent de l'*épidote* (1), du *quartz*, de la *chaux carbonatée*, etc.

M. B. Cotta (2) a observé dans le porphyre du Thuringerwald une variété de porphyre globaire analogue à celle de Corse, qui présente des nodules variant depuis la grosseur d'un pois jusqu'à celle de la tête, et dans l'intérieur desquels on trouve du *quartz*, de la *calcédoine*, des cristaux de *fer oligiste*, ainsi que du *peroxyde de fer hydraté*.

Pâte. — Si dans les roches à structure *granitoïde* la masse entière est formée d'un agrégat de minéraux qui sont tous définis et cristallisés, il n'en est pas de même dans les roches à structure *porphyrique*: quelques minéraux se sont bien formés au milieu de la roche, mais la cristallisation n'a pas pu se développer d'une manière complète dans toute la masse de la roche; il en résulte que ces minéraux sont entourés par ce que l'on appelle une *pâte* qui peut être comparée à l'eau mère dans laquelle ils auraient cristallisé, et qui est en quelque sorte le résidu de leur cristallisation; cette pâte n'est donc pas formée de minéraux qui soient nettement définis, et auxquels il soit possible d'appliquer un nom, mais elle est en quelque sorte dans un état semi-cristallin intermédiaire entre l'état cristallin et entre l'état vitreux.

D'après ce qui vient d'être dit, on ne peut regarder la pâte du porphyre quartzifère, non plus que celle des roches porphyriques en général, telles que les laves, les basaltes, les mélaphyres, etc., comme formée de minéraux définis ou comme un agrégat microscopique des minéraux qui y ont cristallisé.

M. Wolff, auquel on doit des analyses du porphyre quartzifère des environs de Halle, avait émis l'idée que la pâte de ce porphyre est formée de silice libre mélangée avec de l'alumine, de l'oxyde de fer, de la chaux; mais M. Rammelsberg (3) a déjà fait observer combien il était peu vraisemblable, d'après les propriétés chimiques de ces substances, que de la silice se trouvât libre en présence de bases non combinées dans la roche, et cette hypothèse de M. Wolff me semble également inadmissible. Je ne pense pas toutefois, ainsi que cela a été admis par M. G. Rose, que la pâte du porphyre quartzifère soit formée d'un agrégat des divers minéraux cristallisés qu'on y observe, tels que

(1) Fournet, *Bulletin de la Soc. géol.*, 2e sér., t. II, p. 502.
(2) *Neues Jahrbuch von Leonhardt und Bronn*, 1845, p. 76.
(3) *Rammelsberg*, 111e supplément, p. 98.

le quartz, l'orthose ou le feldspath du sixième système; ces minéraux peuvent bien, il est vrai, s'y trouver à l'état microscopique, mais néanmoins il y a une pâte qui les entoure et qui ne me paraît pas formée par un minéral défini : ainsi que je l'ai déjà dit plus haut, je considère cette pâte comme un résidu de cristallisation formé de silice combinée avec l'alumine, l'oxide de fer, la chaux, la magnésie, les alcalis, et en un mot avec toutes les bases qui entrent dans les minéraux de la roche. Comme elle contient toujours de la silice, de l'alumine et des alcalis, et qu'elle jouit de la propriété de se *kaoliniser*, on peut d'ailleurs lui appliquer la dénomination de *pâte feldspathique*, bien que sa composition ne soit pas celle d'un feldspath défini.

Je pense, du reste, que cette manière de voir doit être étendue à toutes les roches porphyriques telles que les mélaphyres, les laves, les basaltes, etc., dans lesquelles la pâte proprement dite qui entoure les cristaux microscopiques de feldspath, de pyroxène ou d'amphibole, n'est formée ni de l'un ni de l'autre de ces minéraux, mais de silice pouvant être combinée avec toutes les bases qu'on trouve dans la roche. Pour les basaltes et pour les mélaphyres, il me semble d'ailleurs qu'on ne saurait aucunement attribuer leur couleur vert grisâtre ou vert noirâtre à un mélange microscopique de pyroxène ou d'amphibole, comme on l'a toujours fait jusqu'ici; mais cette couleur est celle qui est propre à la pâte même de la roche, qui, ainsi que je l'ai déjà fait observer, ne forme pas un composé défini. Cette manière de voir m'a été suggérée et confirmée par l'étude comparative des pouvoirs magnétiques de la pâte de ces roches et des minéraux qu'elles contiennent; j'ai constaté en effet que le pouvoir magnétique de la pâte même, dans les basaltes et dans les mélaphyres qui n'avaient pas de fer oxidulé, était bien supérieur à celui du pyroxène, de l'amphibole et des feldspaths (1).

Dans les roches amphiboliques, telles que le diorite et l'amphibolite, il est bien vrai que la masse est souvent colorée par de l'amphibole : cela tient alors à ce que toutes les parties de la roche sont cristallines, en sorte qu'il n'y a plus, à proprement parler, de *pâte*, d'après la définition que j'ai donnée de ce mot.

Le plus généralement, dans les roches porphyriques, la cou-

---

(1) *Annales des mines*, 4e série, t. XIV et XV, *Sur le pouvoir magnétique des minéraux et des roches*, par M. Delesse.

leur de la pâte lui est donc propre, et elle ne résulte pas du mélange intime d'un autre minéral.

Le sens attaché au mot *pâte* étant établi par ce qui précède, je passe à la description de la *pâte* du *porphyre quartzifère*.

Cette pâte est ordinairement rougeâtre ou même brun-rouge ; mais cette couleur résulte d'un commencement de *rubéfaction* qui ne s'arrête pas seulement à la surface, car dans la cassure très fraîche, la pâte est habituellement noirâtre, grise, blanche ou verdâtre ; quelquefois elle est bleu de lavande, ainsi que cela a été signalé par M. de Leonhardt pour le porphyre de Porkstein, dans le Fichtelberg (1). La couleur de la pâte lui est bien propre et ne doit pas être attribuée à un mélange intime et microscopique de mica ou d'amphibole, car les cristaux de ces deux minéraux se séparent nettement de la pâte : quelquefois cependant, ainsi que l'a fait observer M. Ch. d'Orbigny, sa couleur verte peut tenir à ce qu'elle est pénétrée d'une manière intime par une petite quantité d'un hydrosilicate de fer et de magnésie (2).

M. Fournet (3) a déjà fait remarquer que les porphyres des environs de Tarare et de Chenelette se *rubéfient* d'une manière très inégale, et que par conséquent on ne peut aucunement établir entre eux une séparation qui serait basée sur ce que leur couleur est noire, rouge ou blanche.

J'ai observé également des échantillons, soit des Vosges, soit du Morvan, qui résistent mieux à la *rubéfaction* que d'autres et qui présentent d'une manière très nette, sur un seul morceau, le passage du noir grisâtre au rouge, et j'ai toujours constaté que la partie rouge était celle qui avait été exposée à l'action de l'atmosphère : comme la couleur rouge n'est pas la couleur naturelle de la roche, quoiqu'elle soit cependant la plus fréquente, j'ai pensé qu'il était préférable de la désigner sous le nom de porphyre quartzifère, et non pas sous celui de porphyre rouge quartzifère qu'on lui donne habituellement.

Les variétés du porphyre quartzifère dans lesquelles la pâte est très dominante, et qui sont arrivées à un état avancé de décomposition, prennent quelquefois un aspect argileux, et ont

---

(1) *De Leonhardt Charakteristik der felsarten*, p. 212.

(2) Ch. d'Orbigny, *Dictionnaire universel d'histoire naturelle*. — PORPHYRE.

(3) Fournet, *Bulletin de la Soc. géol.*, 2e sér., t. III, p. 32. — T. II, p. 502.

reçu le nom d'*argilophyre*, de *porphyre argileux* ou de *thonporphyr;* mais cette dénomination ne me paraît pas convenable, car, ainsi que nous l'avons vu précédemment, la pâte du porphyre quartzifère ne saurait être assimilée à une argile.

La pâte du porphyre quartzifère a un éclat un peu gras, et elle est souvent légèrement translucide, surtout avant la *rubéfaction*.

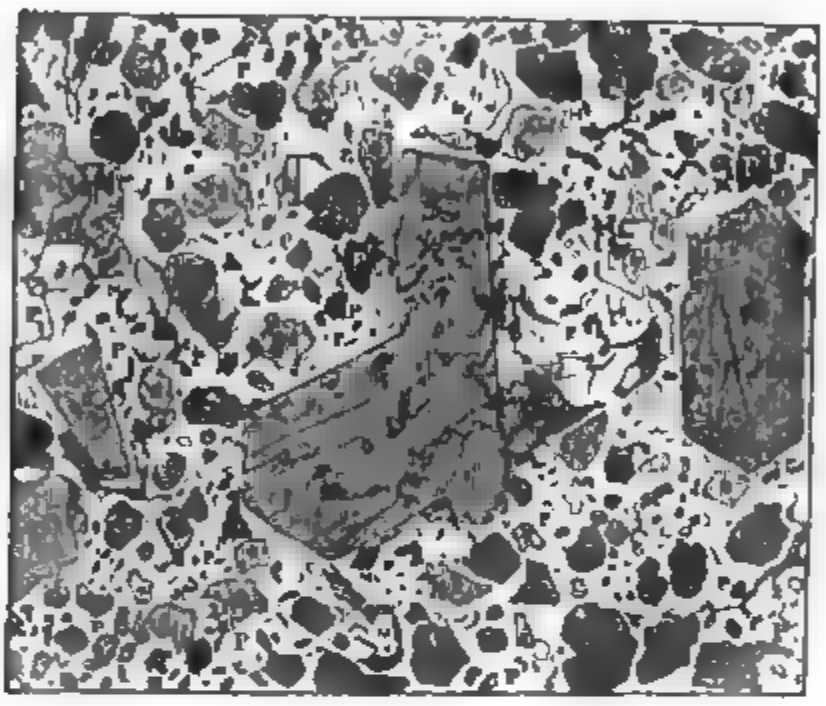
Sa densité est un peu inférieure à celle du quartz, ou à 2,65, car M. Wolf a constaté que la densité de porphyres quartzifères, dans lesquels la pâte était très dominante, ne dépassait pas 2,60.

La fusibilité de la pâte au chalumeau est moindre que celle du feldspath; le porphyre lui-même peut d'ailleurs fondre à la température du four de verrerie, même lorsqu'il est très riche en quartz, et il donne alors un verre bulleux blanchâtre ou légèrement coloré par le fer.

Les acides attaquent la pâte, mais d'une manière très incomplète. L'acide acétique ne donne ordinairement pas d'effervescence, quoiqu'il puisse y en avoir une avec l'acide nitrique et surtout avec l'acide chlorhydrique. C'est, par exemple, ce que j'ai constaté pour la pâte du porphyre B de Saulieu, qui sera décrit plus loin : traitée *à froid* par l'acide nitrique ou chlorhydrique étendu de son volume d'eau, puis filtrée et calcinée, cette pâte a perdu 3 p. 100, qui représentent l'eau, le carbonate, et surtout la partie de la roche qui est soluble dans l'acide. Dans la liqueur, j'ai d'ailleurs trouvé principalement de l'oxyde de fer et seulement des traces de chaux et de magnésie. *A chaud* il se dissout une plus grande proportion de la roche qui peut même se décolorer complétement : ainsi l'acide chlorhydrique bouillant dissout 10 p. 100 de la pâte du porphyre rouge avec quartz qui se trouve au pied de la montagne des Mebertins, sur la route de Ternuay à Servance (Haute-Saône).

Le calque ci-dessous représente la forme et le mode de groupement des minéraux constituants dans un porphyre quartzifère bien caractérisé et à structure cristalline développée; il a été pris sur une plaque polie d'un porphyre quartzifère des Vosges. — Q, le quartz est gris et le plus souvent cristallisé en dodécaèdre bipyramidé. — O, l'orthose est rosâtre, tantôt en lamelles microscopiques, tantôt en gros cristaux maclés comme le représente la figure. — P, la pâte feldspathique est brun rougeâtre. — P′, la pinite est vert-olive; elle est fortement décomposée : dans certaines parties désignées aussi par P′ des cristaux confus, paraissant appartenir à un feldspath du

sixième système, sont pénétrés par du talc ou par un hydrosilicate de magnésie et de fer dont les caractères sont mal définis. — M, le mica est vert noirâtre; il forme de petits prismes à section parallélogrammique.



Composition chimique. — Je passe maintenant à l'étude de la composition chimique de la *masse* de porphyre quartzifère qui, pour un grand nombre de variétés, est à très peu près la même que celle de la *pâte*.

J'ai fait l'essai de deux échantillons de porphyre quartzifère qui provenaient du Morvan, et dont je vais d'abord donner la description.

A. *Porphyre quartzifère* contenant des cristaux dodécaèdres de quartz de la grosseur d'un petit pois, des lamelles maclées d'orthose blanchâtre, un peu d'andésite rouge et de mica vert foncé, répandus dans une pâte feldspathique blanchâtre ou blanc verdâtre. Il se débite en dalles qui servent à faire des trottoirs à Paris, et il s'exploite à *Montreuillon*, arrondissement de Château-Chinon, dans la Nièvre (1).

Sa densité diffère peu de celle trouvée par MM. Lecoq et Bouillet pour des roches semblables de l'Auvergne : elle est de 2,576; après fusion au four de verrerie, elle se réduit à 2,301.

B. *Porphyre quartzifère* présentant de petits grains de

(1) Pour l'essai du porphyre de Montreuillon, j'ai été secondé par M. Paufert.

quartz hyalin gris et éclatants, ayant des formes angulaires dues à une cristallisation confuse, ainsi que des lamelles d'orthose rougeâtre répandues dans une pâte feldspathique brun-rougeâtre, dans laquelle il y a quelques lamelles de mica vert foncé. Je dois ce porphyre à l'obligeance de M. de Nerville, ingénieur des mines, qui l'a recueilli dans ses explorations géologiques aux environs de *Saulieu* (Côte-d'Or), et qui le regarde comme le type du porphyre quarzifère le plus habituel du Morvan.

J'ai obtenu les résultats suivants pour la composition moyenne de la masse de ces deux échantillons :

	A.	B.
Silice.	74,7	77,5
Alumine.	15,0	12,9
Oxyde de fer.	2,9	2,5
Oxyde de manganèe.	»	traces
Chaux.	0,4	0,4
Potasse, soude et magnésie (diff.). .	8,8	5,9
Perte au feu.	4,2	0,8
	100,0	100,0

Si l'on compare la composition moyenne de ces porphyres quartzifères du Morvan à celle des porphyres des environs de Kreutznach, de Freiberg et de Halle, qui ont été analysés par MM. Schweizer, Kersten et Wolff (1), on trouve qu'à part les variations dans la teneur en silice, elle est à peu près la même : il est donc facile d'énumérer successivement et d'une manière générale les particularités que présente la composition chimique de la *pâte*, et de la masse du *porphyre quartzifère*, qui, à part la teneur en silice, est à peu près la même.

Perte au feu. — La pâte du porphyre quartzifère contient de l'*eau*, lors même qu'elle n'a pas éprouvé un commencement de décomposition par la rubéfaction. C'est principalement à l'eau de la pâte que doit être attribuée la perte au feu du porphyre; mais elle résulte cependant aussi du dégagement de l'acide carbonique de carbonates qui se trouvent dans la pâte. La perte au feu de la pâte est plus grande que celle du porphyre, mais elle ne lui est pas de beaucoup supérieure, et le plus généralement elle est égale ou même inférieure à 1 p. 100.

Silice. — Comme l'orthose est souvent abondant dans le porphyre quartzifère, et qu'il semble quelquefois que ses lamelles se

(1) *Rammelsberg handworterbuch*, 1er, 2e et 3e supplément.

fondent insensiblement dans la pâte, j'avais d'abord pensé que cette pâte pouvait être considérée comme formée de feldspath orthose imparfaitement cristallisé; mais j'ai constaté que sa teneur en *silice* est plus grande que celle de l'orthose, car pour le porphyre des Mebertins (Haute-Saône), qui a été désigné ci-dessus, elle est de 68 p. 100, et M. Kersten a obtenu le même nombre en analysant la pâte du porphyre de Freiberg (1).

L'analyse du porphyre de Halle faite par M. Wolff, ainsi que celle du porphyre de Saulieu, dans lesquels la pâte est très dominante, a démontré que la teneur en silice de la pâte peut d'ailleurs être supérieure à 68 p. 100 de plusieurs centièmes : d'un autre côté, en recherchant la teneur en silice d'autres porphyres granitoïdes avec orthose, même de ceux dans lesquels il n'y avait pas de quartz visible, j'ai trouvé qu'elle n'était pas inférieure à 64 p. 100. On peut donc conclure de ce qui précède, que la pâte du porphyre quartzifère n'est pas de l'orthose, que sa teneur en *silice* est au moins égale à 64 p. 100, qu'elle varie probablement dans le sens de la richesse en quartz du porphyre, et qu'elle peut s'élever jusqu'à plus de 75 p. 100.

Quant à la masse même du *porphyre quartzifère*, à cause de la présence du quartz, on conçoit que sa teneur en *silice* sera supérieure à celle de la pâte; cette teneur sera donc presque toujours élevée, même pour une roche granitique : dans le porphyre quartzifère bien caractérisé, elle varie généralement de 70 à 75 p. 100, et elle peut atteindre 80 p. 100, c'est-à-dire la teneur des granites les plus riches en silice.

Détermination de la proportion maximum de quartz. — Théoriquement il est possible de déterminer la proportion des minéraux constituants d'une roche d'après la composition chimique de sa masse; la solution de cette question ne dépend que d'équations du premier degré; mais les erreurs inévitables de l'analyse, telles que celles qui portent seulement sur les chiffres des millièmes, conduisent souvent, quand il s'agit de roches à trois ou quatre éléments, à des résultats très inexacts et qui diffèrent beaucoup de la proportion réelle des minéraux constituants de la roche.

On peut cependant se proposer de trouver quelle est la proportion *maximum* de quartz dans un porphyre quartzifère dont la teneur en silice est connue.

Soient, en effet, S la teneur en silice de ce porphyre, q la proportion du quartz qu'il contient, p la proportion de tous

(1) *Rammelsberg handworterbuch*, 1er supplément, p. 118.

les autres minéraux, S′ la teneur en silice du mélange de tous les autres minéraux après qu'on en a retiré le quartz.

On aura les relations très simples :

$$q + p = 1, \qquad 100\,q + S'p = S;$$

d'où

$$p = \frac{100 - S}{100 - S'}, \qquad q = \frac{S - S'}{100 - S'}.$$

S est donné par l'analyse, mais il est souvent impossible de rechercher S′ directement ; les valeurs de p et de q sont donc exprimées en fonction d'une indéterminée S′ : toutefois la valeur de p va en diminuant à mesure que S′ diminue, et par conséquent le minimum de p ou le maximum de q s'obtiendra en donnant à S′ la plus petite valeur qu'il puisse avoir. Or, dans le porphyre quartzifère bien caractérisé, la teneur en silice du mélange des autres minéraux, après avoir retranché le quartz, n'est pas inférieure à 64 p. 100, car c'est la pâte ou bien l'orthose qui dominent, et il n'y a que de petites quantités de feldspath du sixième système, et surtout de mica ; la teneur en silice du mélange doit donc être à peu près égale à la teneur moyenne de la pâte et de l'orthose. Or l'analyse a démontré que la teneur en silice du porphyre quartzifère, tel que celui de Freiberg et des Mebertins, duquel on a enlevé le quartz, est encore de 68 p. 100, et qu'elle peut être supérieure ; quant à celle de l'orthose, elle n'est pas inférieure à 64 p. 100 : on peut donc admettre 64 p. 100 pour le minimum de S′, et ce minimum sera à très peu près égal à la valeur réelle de S′, lorsque le porphyre aura beaucoup d'orthose et peu de pâte, ou lorsque sa structure cristalline sera très développée.

On trouve ainsi que le porphyre *A* de Montreuillon ne contient pas plus de 22 p. 100 de quartz, et que le porphyre B de Saulieu ne peut pas en contenir plus de 38 p. 100.

Cette proportion *maximum* du *quartz* est plus petite qu'on ne serait porté à le croire d'après l'aspect de ces roches ; et pour le porphyre de Montreuillon, dont la structure cristalline est assez développée, d'après ce qui a été dit plus haut, elle diffère certainement très peu de la proportion réelle : on aurait d'ailleurs approximativement la proportion de quartz dans le porphyre de Saulieu en donnant à S′ sa valeur présumée, qui ne doit être inférieure à S que de quelques unités, car la pâte de ce porphyre est très dominante et sa structure cristalline est très peu développée.

On voit par ce qui précède qu'un porphyre quartzifère dans lequel il y aurait 40 p. 100 de quartz serait un porphyre extrêmement riche en quartz, et que généralement cette roche contient une proportion de quartz beaucoup plus petite.

Alumine. — La teneur en *alumine* de la pâte du porphyre quartzifère est moindre que dans l'orthose, et cela a lieu aussi à plus forte raison pour le porphyre; il en est de même, du reste, pour toutes les autres bases du porphyre, excepté toutefois pour l'oxyde de fer.

Oxyde de fer. — La teneur en *oxyde de fer* est, il est vrai, plus grande que dans les feldspaths, mais elle l'est seulement de quelques centièmes; et je ferai remarquer à ce sujet combien les classifications de roches qui ne reposeraient pas sur l'analyse chimique seraient sujettes à erreur; car à cause de sa teinte rouge, le porphyre quartzifère a été rangé par plusieurs géologues éminents parmi les roches ferrifères, et cependant il ne contient le plus souvent que 2 à 3 p. 100 d'oxyde de fer, et dans les analyses faites jusqu'à présent, on en a toujours trouvé moins de 6 p. 100.

Le porphyre quartzifère contient plus d'oxyde de fer que le granite, et à peu près autant qu'une syénite, telle que la syénite des Ballons, dans laquelle j'ai calculé qu'abstraction faite de la faible quantité qui peut se trouver à l'état de fer oxydulé (1), il y en a environ 3 p. 100.

Chaux, Magnésie. — De même que dans le granite, les bases terreuses, la *chaux* et la *magnésie* sont en très petite quantité dans le porphyre quartzifère; on conçoit donc que le fer de la roche n'ait pas généralement pu former de l'amphibole, comme cela a eu lieu dans la syénite. Cette particularité présentée par la composition chimique de la roche a pu y empêcher le développement de la cristallisation, et contribuer à lui donner la structure porphyrique, tout autant qu'auraient pu le faire d'autres circonstances tenant à son mode de formation ou de refroidissement.

Alcalis. — La pâte du porphyre quartzifère renferme encore des *alcalis*, ainsi qu'on pouvait le prévoir d'après sa fusibilité, car elle est fusible et elle n'est pas riche en fer. Il résulte des analyses de MM. Schweizer et Kersten, qu'il y a plus de *potasse* que de *soude*, et cela s'accorde du reste avec ce que j'ai obtenu

(1) *Bulletin de la Société géologique. Réunion extraordinaire à Épinal*, séance du 20 septembre 1847.

dans l'analyse des roches granitiques; d'après les analyses de M. Wolff, l'inverse pourrait quelquefois avoir lieu, mais je pense que ce n'est qu'accidentel, et que dans le porphyre quartzifère, de même que dans toutes les roches granitiques, il y a généralement plus de potasse que de soude.

J'ai comparé également la teneur en alcali du porphyre quartzifère analysé ci-dessus avec celle des granites, et en particulier avec celle des granites des Vosges; j'ai constaté ainsi qu'à égalité de richesse en silice, le porphyre quartzifère contenait moins d'alcalis que le granite.

Indépendamment de toute considération sur le mode de gisement, on peut expliquer, d'après la composition chimique seulement, pourquoi la structure cristalline ne s'est développée dans le porphyre que d'une manière incomplète; car l'oxyde de fer y est en excès relativement à la quantité de cet oxyde qui se trouve dans le granite, et il n'a pas rencontré, comme dans la syénite, une quantité de chaux et de magnésie suffisante pour former de l'amphibole; d'un autre côté, la formation des feldspaths a été entravée dans le porphyre quartzifère par une moindre teneur en alcali.

En résumant les résultats auxquels nous venons d'arriver relativement à la composition chimique du *porphyre quartzifère*, nous dirons :

Le porphyre quartzifère *bien caractérisé, et dans lequel il y a des cristaux ou des grains de quartz, a une teneur en silice qui est toujours égale et même souvent supérieure à celle du* granite *riche en silice; elle varie généralement de* 70 *à* 80 *p.* 100 (1).

Il contient plus d'oxyde de fer que le granite, *et comme lui seulement quelques millièmes de chaux; enfin, à richesse égale en silice, il renferme moins d'alcalis.*

L'analyse chimique a démontré que les différences entre la composition du porphyre quartzifère et du granite sont toujours

---

(1) En recherchant la teneur en silice de quelques granites, j'ai trouvé que celle du granite porphyroïde de Flamanville (Manche) est de 68 pour 100; celle du granite grenu et quartzeux de Ranfaing (Vosges), de 73 pour 100; celle de la protogine, riche en quartz, du sommet du Mont-Blanc, de 74 pour 100; celle d'une pegmatite, très riche en quartz, de la Serre (Jura), de 78 pour 100. (Voir les mémoires dans lesquels ces roches sont décrites. *Annales des mines* et *Bulletin de la Société géologique.*)

assez petites; il importe d'observer, de plus, que le porphyre quarzifère et le granite ont les mêmes minéraux constituants, et se distinguent surtout par le développement de la structure cristalline qui, ainsi que nous l'avons fait observer antérieurement, peut être variable dans une même roche; enfin ils sont très fréquemment associés et ils présentent des passages insensibles de l'un à l'autre; par conséquent, il y a lieu de croire qu'ils se sont formés à très peu près dans les mêmes circonstances géologiques. Le porphyre quartzifère, bien que très distinct du granite, tant par son âge que par son gisement, et même par sa composition chimique; a donc cependant avec lui les rapports les plus intimes, et d'après ce qui précède, on peut admettre l'opinion avancée d'abord par d'Aubuisson, et le regarder en quelque sorte comme une variété de *granite compacte*.

Dans des publications antérieures, j'ai fait voir que les roches porphyriques sans quartz, telles que les mélaphyres, les basaltes, etc., ont une teneur en silice à peu près égale à celle du feldspath qui a cristallisé dans leur pâte; il n'en est pas de même pour le porphyre quartzifère, et en général pour toutes les roches porphyriques avec quartz. En effet, dans le porphyre quartzifère, il y a souvent deux feldspaths dont la teneur en silice est inégale, et l'on a pu voir, par les analyses qui précèdent, que la teneur en silice des porphyres est toujours supérieure à celle de l'orthose, et qu'elle varie dans le sens de la richesse en quartz. Dans les roches porphyriques sans quartz, la teneur en silice de la masse est généralement égale ou inférieure à celle du feldspath du sixième système constituant; tandis que dans les roches porphyriques avec quartz, elle est au contraire plus grande que celle du feldspath dominant ou de l'orthose.

Gisement. — Le porphyre quartzifère a été observé dans un grand nombre de localités, soit en France, soit en Allemagne, soit en Angleterre, et, pour les particularités relatives à son gisement, je me contenterai de renvoyer aux ouvrages spéciaux de MM. de Leonhardt (1), Dufrénoy, E. de Beaumont (2), Naumann et Cotta (3), Boulanger (4), Fournet, de Dechen (5), Credner, etc.

---

(1) *Characteristik der felsarten*, p. 210.
(2) *Explication de la carte géologique de France*, t. I.
(3) *Geognostiche Beschreibung des Konigreiches Sachsen.*
(4) Boulanger, *Statistique de l'Allier.*
(5) *Karsten und fon Dechen Archiv*, Bd. XIX, p. 367, etc.

Je ferai seulement remarquer qu'il occupe toujours des surfaces peu étendues, et que le plus ordinairement il forme des dykes ou de gros filons dans les roches granitiques, auprès de leurs limites ou même dans les terrains de transition.

Il arrive quelquefois qu'il prend un grain de plus en plus fin à mesure qu'on s'approche de la roche encaissante. Ainsi, j'ai observé à la base du ballon de Giromagny, et près des étangs de la Beucinière, un porphyre quartzifère bien caractérisé et à très grands cristaux, qui, sur une longueur de quelques mètres, passe à un porphyre avec petits grains isolés de quartz amorphe, et enfin à un pétrosilex blanc-verdâtre dont la structure cristalline est tout à fait indiscernable.

Le plus souvent le porphyre quartzifère est séparé d'une manière nette du granite des roches dans lesquelles il est intercalé; mais cependant cela n'a pas toujours lieu. MM. de Buch, Élie de Beaumont, Fournet, Virlet, de Dechen, ont décrit des porphyres, tels que ceux de l'Esterel, du Nydeck, de Lutzelhausen, d'Oberhaslach, de Roanne, des bords de la Lenne, qui sont quelquefois stratifiés et qui paraissent provenir du *métamorphisme* de couches préexistantes : il semble, en effet, que certains terrains de grès quartzeux puissent passer à des roches porphyriques essentiellement formées de quartz hyalin et de cristaux d'orthose, différant très peu par leurs caractères minéralogiques des porphyres quartzifères proprement dits, qui sont en filons dans les terrains granitiques, et cependant elles sont régulièrement stratifiées et parallèles aux couches. C'est ce qu'on observe souvent dans les terrains de grès anciens, notamment de grès rouge, et en général dans toutes les couches de grès qui ont été métamorphisées et transformées en *arkose* (1).

M. le vice-secrétaire donne lecture de la notice suivante de M. Scheerer :

Réponse aux objections présentées par M. Durocher contre mes opinions sur l'origine du granite, par M. Th. Scheerer.

Dans le IVe vol. (2e sér., p. 468) du *Bulletin*, j'ai publié un

(1) *Notice sur les caractères de l'arkose dans les Vosges*, par M. Delesse. *Bibliothèque universelle de Genève. — Arch. sc. phys.*, t. VIII (mars 1848), p. 177.

mémoire (1) dans lequel j'ai exposé sur l'origine du granite l'opinion que je m'étais faite par des études poursuivies pendant plusieurs années sur les terrains primitifs de la Norwége. J'ai déclaré en même temps que je ne regardais pas ma théorie comme fixée à jamais, mais bien comme un essai acceptable d'après l'état actuel de la science. J'ai provoqué par ce travail la discussion sur ce sujet, et je suis charmé d'avoir engagé dans le débat l'opinion d'un géologue aussi remarquable que M. Durocher. J'essayerai de discuter les objections de ce savant et en même temps de les réfuter.

1° M. Durocher et moi nous demeurons convaincus que le haut degré de surfusion de la silice, supposé par M. Fournet, n'est pas possible. C'est une hypothèse dépourvue de toute analogie, et, pour cette raison, insuffisante, que d'admettre la possibilité du refroidissement de la silice jusqu'à 1,500° centigr. sans qu'elle se solidifie, ce qui serait plus de 1,000° centigr. au-dessous du point de sa fusion (2).

2° Quant au point suivant pour lequel je citerai les paroles textuelles de M. Durocher, je suis complétement de son avis : « Les éléments du granite ne paraissent pas avoir cristallisé dans l'ordre de leurs fusibilités relatives ; car la silice, qui est la partie la plus réfractaire, a formé comme un ciment pâteux au milieu duquel se sont développés les prismes de tourmaline, les lames de feldspath et d'amphibole, les feuillets micacés, les grenats dodécaédriques, etc. » (*Loc. cit.*, pag. 1019.)

3° En cherchant à éclaircir le phénomène cité dans le précédent paragraphe qui paraît si paradoxal, M. Durocher et moi nous avons suivi des chemins différents. Quant à moi, j'avais la pensée de mettre en évidence, que la présence d'une très petite quantité d'eau dans la masse du granite primitivement fondue suffit pour motiver la cristallisation du feldspath avant la solidification du granite. Mais M. Durocher pense qu'on n'a pas besoin d'admettre la présence de l'eau pour expliquer le phénomène ; il admet une fusion entièrement pyrogène ; il fait remarquer, et en cela je suis obligé de lui donner raison jusqu'à une certaine limite, que la silice qui a subi un refroidissement

(1) *Discussion sur la nature plutonique du granite et des silicates cristallins qui s'y rattachent*, traduit de l'allemand par M. Frapolli.

(2) Le point de la fusion de la silice est fixé seulement à 2,500° centigr., bien qu'il ne soit guère au-dessous de 2,800° centigr. (*Loc. cit.*, p. 485.)

aussi important sans se solidifier n'a pas été pure, mais que l'ensemble a dû être un mélange fondu de silice, d'alumine, de chaux, d'alcalis, etc., c'est-à-dire une masse semblable au pétrosilex.

4° Suivant l'opinion du même auteur, le feldspath, la tourmaline, etc., se sont séparés de cette espèce de pétrosilex presque simultanément, et se sont solidifiés d'après leur tendance à cristalliser, une partie peu de temps avant le quartz, l'autre peut-être presque en même temps que lui. Ainsi M. Durocher accorde d'une manière générale (et cela ne se peut autrement) qu'un espace de temps, probablement très petit, s'est écoulé entre le refroidissement de ces silicates et celui du quartz; mais pendant cet espace le quartz a dû se maintenir liquide ou tout au moins à l'état plastique, et sans doute à une température voisine du point de refroidissement (et de fusion) de ces silicates, c'est-à-dire à peu près à 1,500°. Or cela est en opposition directe avec ce que nous venons de faire remarquer dans le §. 1. M. Durocher, dans cette explication, n'a fait que diminuer l'espace durant lequel la silice s'est trouvée dans cet état impossible de surfusion imaginé par M. Fournet.

5° La difficulté qui se présente, si l'on accepte avec M. Durocher une différence de température aussi importante entre les points de cristallisation du feldspath et de refroidissement de la silice, ne peut être amoindrie par ce raisonnement de M. Durocher cherchant à établir que le feldspath en cristallisant abandonne une petite quantité de chaleur, qui se communique à la silice en contact avec lui. C'est avec raison que M. Durocher n'estime pas trop haut cette température : quant à nous, nous n'aurons pas besoin d'y recourir, ayant probablement fait trop peu de cas de la différence qui existe entre le point de fusion de la silice et celui des silicates, dont quelques uns fondent à un degré plus bas que le feldspath. (*Loc. cit.*, p. 485. 486.) L'explication ne peut subsister qu'autant que nous attribuerons à la silice une surfusion d'au moins 1,000° centigr., même pendant un temps très court.

6° Mais le temps qui s'est écoulé entre la cristallisation des silicates et la solidification de la silice a-t-il été en vérité très court ? J'ose en douter. La constitution de la plupart des terrains primitifs, avec les immenses portions cristallines qu'ils renferment, surtout en Scandinavie, dans l'Amérique méridionale, en Russie, etc., rend invraisemblable que ces formations contrariant la marche ordinaire de la nature aient pris leur forme

définitive en peu de moments. Par exemple, peut-on croire que des cristaux de feldspath de deux pieds de long et gros de plus d'un pied, des tables de mica qui ont une grandeur de 1 mètre carré et une épaisseur de plusieurs centimètres, des tourmalines et des scapolites cristallisés d'une longueur d'un pied, presque tous empâtés dans du quartz pur, se soient séparés de cette masse ressemblant au pétrosilex par une vertu pour ainsi dire magique? Si un seul moment avait suffi pour la formation de tels cristaux, on ne pourrait pas comprendre pourquoi nous ne les rencontrons pas plus souvent, pourquoi nous n'en trouverions pas dans toutes les masses granitiques : mais on ne les rencontre que dans les cas où la bouillie granitique semble avoir été préservée de tout mouvement pendant un temps plus long. Parmi ces tables colossales de mica (de Modum, en Norwége), il y en a quelques unes qui permettent de voir qu'elles se sont formées pendant deux époques différentes, car on peut y reconnaître des tables composées d'un prisme hexagonal de couleur verdâtre qui est enveloppé par un autre prisme également hexagonal, mais jaunâtre ou brunâtre. Il existe aussi des cristaux de feldspath, de tourmaline, dont la naissance périodique peut être également démontrée.

On sait que le quartz renferme des minéraux cristallisés différents, des minéraux plus ou moins fusibles, comme le feldspath et l'amphibole, le malacon et l'orthite, et où une *succession dans la cristallisation* se déclare très distinctement : serait-on fondé à proclamer dans ces cas une cristallisation simultanée? Les cristaux de tourmaline brisés qu'on observe souvent dans le quartz démontrent avec évidence que celui-ci existait comme masse plastique encore après la solidification et la formation complète des cristaux de tourmaline. Or, en supposant que le quartz n'eût été que peu de moments, après la formation de ces cristaux, dans cet état plastique, il serait très étonnant que les causes mécaniques qui ont fait briser ces cristaux de tourmaline fussent arrivées si souvent pendant un temps si court. De plus, comment la théorie de M. Durocher peut-elle expliquer le fait suivant? Aux environs de la ville de Krageroë, en Norwége, j'ai découvert des fragments d'une amphibole ordinaire cristallisée dans la masse d'un feldspath composé de petits grains cristallisés. Il est connu que l'amphibole fond beaucoup plus facilement que le feldspath. Ces fragments à vives arêtes, et même les paillettes les plus ténues d'amphibole dans l'intérieur d'un feldspath fondu, comment

pourraient-ils conserver leurs contours anguleux, si l'origine de ce phénomène était toute pyrogène et la cristallisation presque simultanée (1)?

Je doute que M. Durocher veuille attribuer une surfusion au feldspath qui cristallise si facilement. C'est d'après les raisons exposées plus haut que je ne puis capituler, et je suis sûr que bien des géologues seront de mon avis et se refuseront à croire à une cristallisation si subitement opérée de ces masses granitiques.

7° On a trouvé fréquemment dans les masses granitiques de la Scandinavie, quelquefois même dans le quartz, des cristaux de fer arsenical, de pyrite et de cobalt gris, minéraux plus fusibles que le feldspath.

Il est invraisemblable que ces sulfures et ces sulfo-arséniures aient été dissous dans une masse fondue analogue au pétrosilex ou dans une masse de quartz, et qu'ils aient retardé la séparation et la solidification du quartz, ainsi que le suppose M. Durocher. Après tout, il serait impossible d'expliquer, par une théorie purement pyrogénique, comment de tels cristaux, d'un pouce et plus de diamètre, ont pu se former au milieu de feldspath et même de quartz, et y laisser une empreinte distincte. On voit aussi que M. Durocher s'est préoccupé de cette difficulté qu'il a cherché à éviter en disant: « Il est possible » que la cristallisation de ces sulfures et sulfo-arséniures ait eu » lieu après coup, par suite d'un phénomène de substitution » analogue, mais non identique aux épigénies ordinaires. »

Cette hypothèse ne peut s'appliquer, ni aux zones étendues de cobalt gris et de fer arsenical de Modum et de Snarum, ni aux célèbres *salbandes* de Kongsberg, et plusieurs autres gisements analogues; mais en admettant l'explication de M. Durocher, c'est-à-dire que les sulfures et les sulfo-arséniures sont d'une formation postérieure, la question n'aura pas fait un pas de plus, car le granite et le quartz ne pouvaient être complétement solidifiés quand les cristaux de ces minéraux métalliques se sont formés, et, s'il faut accorder qu'ils étaient encore à l'état plastique, la solution du problème n'est pas plus avancée.

8° J'ai de plus objecté, contre l'origine pyrogène du granite, ce fait, qu'aucun des terrains volcaniques modernes ne contient de

(1) Je possède un échantillon dans lequel ce fait est clairement exprimé.

quartz libre. Pour certaines laves, dont la composition chimique est basique, il n'y a rien de surprenant : l'obsidienne, au contraire, le pechstein, la pierre ponce, montrent assez que les agents volcaniques récents peuvent rejeter des masses fondues contenant jusqu'à 70 p. 100 de silice, et dont la composition générale diffère peu de celle du granite. On peut se demander alors pourquoi, si la cause principale de la formation du granite réside dans un refroidissement lent, il ne s'est jamais formé de granite. Il ne me paraît pas admissible que, dans *tous les cas*, des masses contenant une si forte proportion de silice se seraient refroidies trop vite pour que la silice ait pu se séparer à l'état libre ; car on serait obligé d'admettre aussi que les masses, même les plus épaisses, se sont solidifiées plus rapidement que le plus mince filon de granite quartzeux pénétrant un terrain fossilifère sur une étendue de plusieurs lieues. (*Loc. cit.*, p. 481.) M. Durocher, cherchant la silice libre dans des roches de formation moderne, n'en a point trouvé dans les obsidiennes, mais il croit en avoir trouvé dans quelques espèces de trachyte du Siebengebirge (1) et de l'Auvergne (2). Il ne tient compte ni de ce que le fait n'est pas commun ni suffisamment éclairci (3). Il n'explique pas davantage pourquoi l'action volcanique n'a jamais pu produire du granite ou du trachyte. A cet égard, mon sentiment est qu'on ne peut poser de limites bien tranchées entre les formations plutoniques et volcaniques. On ne peut méconnaître l'analogie qui existe entre les plus anciens terrains volcaniques et les plutoniques, dus les uns et les autres à l'action de la chaleur et au concours simultané de l'eau sous une pression élevée et constante.

9° J'ai cité aussi la manière d'être et l'apparence des minéraux nommés par moi pyronomiques dans les terrains granitiques comme fournissant une objection contre la théorie volcanique, et tendant à prouver (*loc. cit.*, p. 487) que ces minéraux séparés d'une masse ignée se seraient trouvés dans un état refroidi et insoluble par les acides. M. Durocher admet, en effet, ce dernier état, mais il suppose qu'ils l'ont perdu plus tard par un déplacement spontané de leurs atomes rentrant dans l'état

(1) D'après M. Abich, je crois.
(2) D'après les observations de M. Durocher.
(3) Ces grains de quartz pourraient avoir été empâtés mécaniquement, comme M. Cotta l'a souvent observé dans les pechstein de Saxe.

primitif de leurs molécules. A l'appui de cette opinion, il cite deux faits selon lui analogues : le passage spontané du soufre transparent et de l'acide arsénieux transparent aux variétés opaques. Quant au premier de ces faits, c'était le sujet des recherches faites par M. Marchand et moi (1). Nous trouvâmes le poids spécifique du soufre transparent (tout récemment refroidi) = 1,982, et celui du soufre devenu opaque après quelques jours = 2,050. C'est donc une augmentation de poids spécifique ou une diminution de volume de 3m,43. Les relations de l'acide arsénieux, dans ce cas, ne sont pas encore assez bien connues. Il faut les négliger en attendant.

Les minéraux pyronomiques présentant le phénomène lumineux éprouvent, selon mes recherches, une diminution de volume beaucoup plus considérable que celle du soufre perdant sa transparence. J'ai trouvé, par exemple, la diminution du volume dans l'allanite de Fotunfjeld = 5,83, dans l'orthite de Filefjeld = 7,36, et, dans la gadolinite de Fitteroë, = 6,05. Selon l'opinion de M. Durocher, les minéraux pyronomiques sont passés successivement de l'état d'un volume plus petit dans celui d'un volume plus étendu. Ainsi ils auraient augmenté leur volume de 5,83, 7,36 p. 100, bien que le quartz et le feldspath solidifiés les eussent parfaitement entourés de tous les côtés. Je ne puis comprendre comment ces minéraux pourraient se créer une place au milieu d'un terrain solidifié par une augmentation si considérable de volume, et je trouve même bien invraisemblable d'en supposer la tendance. La tendance du soufre à grouper les atomes par *diminution de volume* ne devient point l'analogue du phénomène d'*augmentation de volume* invoqué par M. Durocher pour les minéraux pyronomiques.

10° Ce sont ces contradictions nombreuses dans lesquelles entraîne la théorie de la formation exclusivement pyrogène du granite, défendue par M. Durocher, qui m'empêchent de sacrifier ma théorie à la sienne, surtout lorsqu'on possède des arguments directs qui démontrent que l'eau n'a pas été sans influence pendant la formation du granite. M. Durocher n'accorde pas créance à ces arguments. Discutons la question.

11° Après avoir démontré, dans mon mémoire déjà cité, qu'il n'est pas permis de donner aux terrains primitifs une origine exclusivement pyrogène, je m'efforçai de prouver qu'il fallait néanmoins regarder le feu comme une cause principale, tout en

(1) *Journal für praktische Chimie*, XXIV, p. 129.

attribuant à l'eau une faible part de coopération. Mes raisons, pour admettre ce dernier élément, se basaient avant tout sur le fait constaté, que presque toutes les roches granitiques contiennent de l'eau qui s'y trouve chimiquement combinée. (*Loc. cit.*, p. 489.) J'exposai que beaucoup de micas, d'amphiboles, d'augites, de tourmalines, le talc, la pinite (1), la néphéline, la gadolinite, l'orthite, l'allanite, etc., contiennent de l'eau combinée chimiquement dans la proportion de 2 à 4 p. 100, et quelquefois même de 6 p. 100; l'aspasiolite et la fahlunite de 7 à 14, la chlorite de 9 à 13, le serpentine de 14 et plus; la natrolite, qui est une partie accidentelle de la syénite zirconienne de la Norwége, 10 p. 100, sans mentionner d'autres minéraux plus rares qui contiennent aussi de l'eau. De petites quantités d'eau (1 1/2 pour 100 environ) existent, ainsi que M. Durocher l'a démontré (*loc. cit.*, p. 1030), dans les feldspaths ordinaires (orthoclase, albite, oligoclase), quelquefois même dans le quartz. Le même géologue reconnaît que les minéraux précités, excepté le feldspath, le quartz et le mica en partie, contiennent de l'eau dès leur origine; mais il dit qu'en général ces minéraux constituent une partie trop essentielle des roches granitiques pour décider, d'après leur présence dans ces mêmes roches, sur la formation de tous les granites. Or voilà une opinion à laquelle je ne me rallierai jamais. Que les phénomènes obscurs de la nature se dévoilent beaucoup plus rarement par des caractères nettement tranchés que par une manifestation anormale le plus souvent due au hasard, voilà une vérité constatée par bien des faits. Ainsi, souvent l'anomalie nous fournit le mot de l'énigme que se refuse de donner l'étude des circonstances normales du phénomène. Si tous les granites, comme le sont la plupart, n'étaient composés que de quartz, de feldspath et de mica alcalin, nous n'aurions pas d'argument pour prouver la présence de l'eau dans la masse granitique. Ni le quartz, ni le feldspath, ni le mica alcalin n'ont de tendance, et, s'ils en ont, elle est très faible, à se combiner chimiquement avec l'eau qui se trouvait autrefois dans leur masse encore molle, et à la retenir pour toujours. J'ai déjà eu l'occasion de fixer l'attention, dans plusieurs mémoires, sur les conditions nécessaires pour que cette combinaison pût avoir lieu, et qui consistent : 1° en la présence d'une quantité considérable de magnésie (et aussi de fer et de manganèse oxydulé) dans la masse granitique, afin que l'eau pût,

(1) Dans la traduction française, on lit *pyrite* au lieu de *pinite*.

primitif de leurs molécules. A l'appui de cette opinion, il cite deux faits selon lui analogues : le passage spontané du soufre transparent et de l'acide arsénieux transparent aux variétés opaques. Quant au premier de ces faits, c'était le sujet des recherches faites par M. Marchand et moi (1). Nous trouvâmes le poids spécifique du soufre transparent (tout récemment refroidi) = 1,982, et celui du soufre devenu opaque après quelques jours = 2,050. C'est donc une augmentation de poids spécifique ou une diminution de volume de 3m,43. Les relations de l'acide arsénieux, dans ce cas, ne sont pas encore assez bien connues. Il faut les négliger en attendant.

Les minéraux pyronomiques présentant le phénomène lumineux éprouvent, selon mes recherches, une diminution de volume beaucoup plus considérable que celle du soufre perdant sa transparence. J'ai trouvé, par exemple, la diminution du volume dans l'allanite de Fotunfjeld = 5,83, dans l'orthite de Filefjeld = 7,36, et, dans la gadolinite de Fitteroë, = 6,05. Selon l'opinion de M. Durocher, les minéraux pyronomiques sont passés successivement de l'état d'un volume plus petit dans celui d'un volume plus étendu. Ainsi ils auraient augmenté leur volume de 5,83, 7,36 p. 100, bien que le quartz et le feldspath solidifiés les eussent parfaitement entourés de tous les côtés. Je ne puis comprendre comment ces minéraux pourraient se créer une place au milieu d'un terrain solidifié par une augmentation si considérable de volume, et je trouve même bien invraisemblable d'en supposer la tendance. La tendance du soufre à grouper les atomes par *diminution de volume* ne devient point l'analogue du phénomène d'*augmentation de volume* invoqué par M. Durocher pour les minéraux pyronomiques.

10° Ce sont ces contradictions nombreuses dans lesquelles entraîne la théorie de la formation exclusivement pyrogène du granite, défendue par M. Durocher, qui m'empêchent de sacrifier ma théorie à la sienne, surtout lorsqu'on possède des arguments directs qui démontrent que l'eau n'a pas été sans influence pendant la formation du granite. M. Durocher n'accorde pas créance à ces arguments. Discutons la question.

11° Après avoir démontré, dans mon mémoire déjà cité, qu'il n'est pas permis de donner aux terrains primitifs une origine exclusivement pyrogène, je m'efforçai de prouver qu'il fallait néanmoins regarder le feu comme une cause principale, tout en

(1) *Journal für praktische Chimie*, XXIV, p. 129.

ibuant à l'eau une faible part de coopération. Mes raisons, r admettre ce dernier élément, se basaient avant tout sur le constaté, que presque toutes les roches granitiques contien- t de l'eau qui s'y trouve chimiquement combinée. (*Loc. cit.*, 189.) J'exposai que beaucoup de micas, d'amphiboles, d'au- s, de tourmalines, le talc, la pinite (1), la néphéline, la gado- te, l'orthite, l'allanite, etc., contiennent de l'eau combinée niquement dans la proportion de 2 à 4 p. 100, et quelquefois ne de 6 p. 100; l'aspasiolite et la fahlunite de 7 à 14, la rite de 9 à 13, le serpentine de 14 et plus; la natrolite, qui une partie accidentelle de la syénite zirconienne de la wége, 10 p. 100, sans mentionner d'autres minéraux plus s qui contiennent aussi de l'eau. De petites quantités d'eau 1/2 pour 100 environ) existent, ainsi que M. Durocher l'a ontré (*loc. cit.*, p. 1030), dans les feldspaths ordinaires hoclase, albite, oligoclase), quelquefois même dans le quartz. même géologue reconnaît que les minéraux précités, excepté eldspath, le quartz et le mica en partie, contiennent de l'eau leur origine; mais il dit qu'en général ces minéraux con- nent une partie trop essentielle des roches granitiques pour der, d'après leur présence dans ces mêmes roches, sur la nation de tous les granites. Or voilà une opinion à laquelle e me rallierai jamais. Que les phénomènes obscurs de la na- se dévoilent beaucoup plus rarement par des caractères ement tranchés que par une manifestation anormale le plus ent due au hasard, voilà une vérité constatée par bien des . Ainsi, souvent l'anomalie nous fournit le mot de l'énigme se refuse de donner l'étude des circonstances normales du nomène. Si tous les granites, comme le sont la plupart, n'é- nt composés que de quartz, de feldspath et de mica alcalin, s n'aurions pas d'argument pour prouver la présence de l'eau s la masse granitique. Ni le quartz, ni le feldspath, ni le a alcalin n'ont de tendance, et, s'ils en ont, elle est très faible, combiner chimiquement avec l'eau qui se trouvait autre- dans leur masse encore molle, et à la retenir pour tou- s. J'ai déjà eu l'occasion de fixer l'attention, dans plusieurs noires, sur les conditions nécessaires pour que cette combi- on pût avoir lieu, et qui consistent : 1° en la présence d'une ntité considérable de magnésie (et aussi de fer et de manga- oxydulé) dans la masse granitique, afin que l'eau pût,

) Dans la traduction française, on lit *pyrite* au lieu de *pinite*.

comme base, se comporter en isomorphe polymère avec ces oxydes, et principalement avec la magnésie; 2° en l'absence de plus fortes bases, surtout alcalines, pour que l'eau, comme base plus faible, pût développer et mettre en jeu sa tendance basique.

Ces deux conditions ne se trouvent accomplies que dans un très petit nombre de roches granitiques; mais en voyant, partout où elles se sont accomplies, l'eau se comporter comme base, la conclusion se déduit d'elle-même, que l'eau doit avoir constitué une partie essentielle de toutes les masses granitiques durant leur formation; car ce serait un hasard incompréhensible si l'eau était intervenue toujours et seulement là où les conditions mentionnées se trouvaient accomplies: car plusieurs de ces minéraux renfermant de l'eau, comment le mica magnésique, l'amphibole, l'augite, la tourmaline, la chlorite, le talc, etc., se présentent-ils en réalité si rares dans les régions granitiques? C'est, je crois, l'opinion de M. Durocher, qui ne sera pas partagée par beaucoup d'autres géologues.

Relativement aux faibles quantités d'eau que les feldspaths et les quartz contiennent, je suis d'avis avec M. Durocher qu'il ne faut pas attribuer à ce fait trop d'importance, parce qu'il est difficile de démontrer si cette eau est originelle ou si elle est due à des influences postérieures. Je me permettrai de rappeler à cette occasion la découverte de M. Delesse (1) qui a constaté que certains labradors, dans lesquels on n'aperçoit aucun indice d'altération, contiennent jusqu'à 3 p. 100 d'eau à l'état de base.

12° Quant à l'influence que l'eau exerçait autrefois au moment où s'accomplissait la formation pyrogène des roches granitiques, je me suis exprimé en ces termes (*loc. cit.*, p. 492) : « Il me » paraît démontré que les atomes des matières solides déjà » écartées les unes des autres par la chaleur seule doivent l'avoir » été encore davantage par la vapeur d'eau qui est venue » s'interposer entre eux sous une très haute pression, ce qui a » dû accélérer singulièrement le passage de toute la masse à » l'état liquide. La fusion des sels dans leur eau de cristallisa- » tion nous fournit un exemple semblable. » M. Durocher ne considère pas cet exemple comme concluant, en disant (*loc. cit.*, p. 1033) : « M. Scheerer invoque la fonte des sels dans

(1) *Mémoire sur la constitution minéralogique et chimique des roches des Vosges.*

» leur eau de cristallisation, mais je ne vois aucune assimila-
» tion possible entre cet exemple et ce qui a dû se passer dans
» les granites. En effet, les sels et les hydrates fondent dans
» leur eau de cristallisation à cause de leur solubilité dans cette
» eau, qui augmente généralement avec la température, et
» aussi à cause de leur affinité pour cette eau, qui leur permet
» de la retenir jusqu'au degré de température suffisant pour
» que le sel se dissolve dans la quantité d'eau qu'il renferme.
» Or quelle est la solubilité du quartz, du feldspath, du mica,
» de l'amphibole, etc., dans l'eau? » Je ne puis adopter l'opinion de M. Durocher, que l'eau chauffée sous une haute pression possède une force de solubilité si peu considérable.

M. Schafhäutl (1) a démontré par des expériences, que l'eau dans la marmite de Papin peut dissoudre la silice et qu'elle se sépare en cristaux pendant le refroidissement de la solution. Je ne juge pas la supposition trop exagérée, que la solubilité s'augmente beaucoup par la température élevée jusqu'à la chaleur rouge. Les autres minéraux de la masse granitique n'ont pas besoin d'une telle solubilité, d'après ma théorie, bien qu'elle semble pourtant avoir existé (2). Il s'agit principalement de reconnaître ce fait, que l'eau qui existait dans la bouillie granitique a pu diminuer considérablement le point de la fusion (ou mieux de la solidification) du *quartz*; on peut admettre cela raisonnablement d'après les données précédentes. M. Durocher croit que l'eau se présente comme partie constituante d'une roche fondue plutôt dans les formations volcaniques récentes que dans celles du granite. Il fait observer que les

---

(1) *Münchner gelehrte Anzeigen*, 1845, april, p. 557-596.

(2) On admet assez universellement que les silicates cristallins qui se trouvent dans les cavités de diverses roches volcaniques, principalement les zéolithes, se sont séparés d'une solution aqueuse. Mais on trouve souvent aussi, au milieu des roches primitives, du quartz et des silicates cristallisés dans des conditions qui indiquent vraisemblablement leur séparation d'une solution aqueuse (*loc. cit.*, p. 493). Je fais mention de deux exemples qui prouvent la solubilité incontestable de quelques silicates par l'eau : c'est l'apophyllite et la formation de la néolithe. Selon les expériences de M. Wihler, l'apophyllite se dissout parfaitement dans l'eau, à la température de 180° à 190°, et sous une pression de 10 à 12 atmosphères. Quant à la néolithe, j'ai démontré (Pogg., *Ann.*, vol. LXXI, p. 285) que ce silicate, ressemblant au talc, se sépare en cristaux des eaux des mines de fer de Norwége.

comme base, se comporter en isomorphe polymère avec ces oxydes, et principalement avec la magnésie; 2° en l'absence de plus fortes bases, surtout alcalines, pour que l'eau, comme base plus faible, pût développer et mettre en jeu sa tendance basique.

Ces deux conditions ne se trouvent accomplies que dans un très petit nombre de roches granitiques; mais en voyant, partout où elles se sont accomplies, l'eau se comporter comme base, la conclusion se déduit d'elle-même, que l'eau doit avoir constitué une partie essentielle de toutes les masses granitiques durant leur formation; car ce serait un hasard incompréhensible si l'eau était intervenue toujours et seulement là où les conditions mentionnées se trouvaient accomplies: car plusieurs de ces minéraux renfermant de l'eau, comment le mica magnésique, l'amphibole, l'augite, la tourmaline, la chlorite, le talc, etc., se présentent-ils en réalité si rares dans les régions granitiques? C'est, je crois, l'opinion de M. Durocher, qui ne sera pas partagée par beaucoup d'autres géologues.

Relativement aux faibles quantités d'eau que les feldspaths et les quartz contiennent, je suis d'avis avec M. Durocher qu'il ne faut pas attribuer à ce fait trop d'importance, parce qu'il est difficile de démontrer si cette eau est originelle ou si elle est due à des influences postérieures. Je me permettrai de rappeler à cette occasion la découverte de M. Delesse (1) qui a constaté que certains labradors, dans lesquels on n'aperçoit aucun indice d'altération, contiennent jusqu'à 3 p. 100 d'eau à l'état de base.

12° Quant à l'influence que l'eau exerçait autrefois au moment où s'accomplissait la formation pyrogène des roches granitiques, je me suis exprimé en ces termes (*loc. cit.*, p. 492): « Il me » paraît démontré que les atomes des matières solides déjà » écartées les unes des autres par la chaleur seule doivent l'avoir » été encore davantage par la vapeur d'eau qui est venue » s'interposer entre eux sous une très haute pression, ce qui a » dû accélérer singulièrement le passage de toute la masse à » l'état liquide. La fusion des sels dans leur eau de cristallisa- » tion nous fournit un exemple semblable. » M. Durocher ne considère pas cet exemple comme concluant, en disant (*loc. cit.*, p. 1033): « M. Scheerer invoque la fonte des sels dans

(1) *Mémoire sur la constitution minéralogique et chimique des roches des Vosges.*

» leur eau de cristallisation, mais je ne vois aucune assimila-
» tion possible entre cet exemple et ce qui a dû se passer dans
» les granites. En effet, les sels et les hydrates fondent dans
» leur eau de cristallisation à cause de leur solubilité dans cette
» eau, qui augmente généralement avec la température, et
» aussi à cause de leur affinité pour cette eau, qui leur permet
» de la retenir jusqu'au degré de température suffisant pour
» que le sel se dissolve dans la quantité d'eau qu'il renferme.
» Or quelle est la solubilité du quartz, du feldspath, du mica,
» de l'amphibole, etc., dans l'eau? » Je ne puis adopter l'opinion de M. Durocher, que l'eau chauffée sous une haute pression possède une force de solubilité si peu considérable.

M. Schafhäutl (1) a démontré par des expériences, que l'eau dans la marmite de Papin peut dissoudre la silice et qu'elle se sépare en cristaux pendant le refroidissement de la solution. Je ne juge pas la supposition trop exagérée, que la solubilité s'augmente beaucoup par la température élevée jusqu'à la chaleur rouge. Les autres minéraux de la masse granitique n'ont pas besoin d'une telle solubilité, d'après ma théorie, bien qu'elle semble pourtant avoir existé (2). Il s'agit principalement de reconnaître ce fait, que l'eau qui existait dans la bouillie granitique a pu diminuer considérablement le point de la fusion (ou mieux de la solidification) du *quartz*; on peut admettre cela raisonnablement d'après les données précédentes. M. Durocher croit que l'eau se présente comme partie constituante d'une roche fondue plutôt dans les formations volcaniques récentes que dans celles du granite. Il fait observer que les

---

(1) *Münchner gelehrte Anzeigen*, 1845, april, p. 557-596.

(2) On admet assez universellement que les silicates cristallins qui se trouvent dans les cavités de diverses roches volcaniques, principalement les zéolithes, se sont séparés d'une solution aqueuse. Mais on trouve souvent aussi, au milieu des roches primitives, du quartz et des silicates cristallisés dans des conditions qui indiquent vraisemblablement leur séparation d'une solution aqueuse (*loc. cit.*, p. 493). Je fais mention de deux exemples qui prouvent la solubilité incontestable de quelques silicates par l'eau : c'est l'apophyllite et la formation de la néolithe. Selon les expériences de M. Wihler, l'apophyllite se dissout parfaitement dans l'eau, à la température de 180° à 190°, et sous une pression de 10 à 12 atmosphères. Quant à la néolithe, j'ai démontré (Pogg., *Ann.*, vol. LXXI, p. 285) que ce silicate, ressemblant au talc, se sépare en cristaux des eaux des mines de fer de Norwége.

vapeurs d'eau se dégagent de presque tous les torrents de lave. Ce savant pense qu'une pareille action de l'eau aurait dû amener une plus grande harmonie entre les qualités physiques et pétrographiques des laves et des roches primitives contenant de l'eau, qu'on l'observe généralement. Mais cette conclusion n'est pas juste; car : 1° plusieurs laves diffèrent beaucoup, quant à leur composition chimique, des roches granitiques, et 2° les laves se sont solidifiées à la surface de la terre dans des conditions qui ont permis à l'eau de s'élever sous forme de vapeurs avant leur solidification, tandis que les roches primitives se sont solidifiées sous une pression qui rendait plus ou moins difficile ou même impossible une pareille séparation accélérée de l'eau. M. Durocher a négligé un fait que j'avais cité, et qui, suivant moi, est fort important pour la formation hydro-pyrogène du granite. Cette raison m'engage à en faire mention et je terminerai par là mon travail :

« Sur plusieurs points de la Norwége méridionale, on peut » facilement se convaincre que les couches des schistes argileux, » lorsque les masses granitiques furent injectées, n'étaient ni » solides ni endurcies comme elles le sont aujourd'hui, mais » qu'elles possédèrent alors certaine plasticité qui leur a permis » de se plisser. Sans cette propriété, le granite, en pénétrant au » milieu d'elles, n'aurait pu leur faire prendre la forme de » rides ondulées, ni les repousser sans les briser en fragments » nombreux et anguleux. Les schistes argileux déposés sous les » eaux, renfermant souvent des débris fossiles, ne devaient pro- » bablement leur flexibilité qu'à l'eau qu'ils renfermaient » encore. Or, lorsque nous voyons les schistes transformés dans » le voisinage du granite en gneiss et même quelquefois en » roches granitoïdes, que conclure de ce fait, sinon la transfor- » mation en roches granitiques de masses contenant de l'eau et » portées à une haute température, etc.? »

Le secrétaire donne lecture de la note suivante de M. Gruner.

Notice sur un amas de fer oxydulé et de bisilicate ferreux dans les schistes grenatifères des Maures (*Var*), par M. Gruner, ingénieur en chef des mines.

On connaît depuis plusieurs années les minerais de fer de Bone et de Philippeville, en Algérie, et la plupart des ingénieurs

ou géologues, qui ont visité ces contrées, ont signalé l'importance de ces dépôts, eu égard surtout à la pauvreté relative du midi de la France.

Cependant, pour rehausser le mérite de la colonie, on semble avoir déprécié outre mesure la métropole. Sans doute, on ne peut comparer aux fers oxydulés de l'Algérie, ni les minerais magnésifères de Bessége (Gard), ni les hématites brunes de Saint-Gervais (Hérault), ni les minerais en roche de Forcalquier (Vaucluse), quoique cependant ces dépôts soient riches et les minerais de fort bonne qualité. Mais un gîte très important, encore ignoré du monde industriel, a été découvert, vers 1844, dans le massif des Maures (Var), par les mineurs de la compagnie des mines de houille de Collobrières. Appelé à le visiter en février 1846, j'en conseillai l'exploitation.

Ce gîte est d'autant plus intéressant qu'il a réellement une très grande analogie de composition avec ceux de l'île d'Elbe, de Bone, et de Danemora, en Suède. — C'est du fer oxydulé, soit massif, soit cristallin, en amas ou filons-couches, dans le gneiss et micaschiste à grenats. Mais ce qui le caractérise d'une manière particulière et le distingue de tous les gîtes connus, c'est sa gangue essentiellement composée de *grenats ferrugineux* et de *bisilicate de fer;* l'une et l'autre de ces substances renferment 40 p. 100 de fer. La dernière est un minéral nouveau, et nulle part non plus, que je sache, on n'a cité des grenats aussi riches en fer.

Ainsi, tandis que les fers de l'île d'Elbe et ceux du Campigliese, en Toscane, sont associés à l'amphibole et à l'yénite, et que les minerais d'Arendal et de Danemora, en Suède, sont liés à des pyroxènes granulaires et à des schistes plus ou moins amphiboliques, on voit les fers oxydulés des Maures mêlés à deux silicates éminemment ferrugineux.

J'ai fait connaître, dans une note rédigée en 1847, la matière chimique de ce minerai et celle de ses gangues (*Annales des mines*, t. XIV, année 1848, p. 289), et M. Dufrénoy a bien voulu communiquer à l'Académie des sciences l'analyse de ce minéral nouveau, presque uniquement formé de bisilicate ferreux (*Comptes rendus* de 1847).

Qu'il me soit permis de donner ici quelques détails sur la disposition du gîte, et de la comparer aux masses analogues de l'île d'Elbe et de la Suède.

On donne le nom de *Montagnes des Maures* au massif montueux, grossièrement elliptique, qui se dresse le long de la mer,

entre Hyères et Fréjus. Cette région, si bien décrite par M. Élie de Beaumont, ne se lie aux Alpes ni sous le rapport topographique, ni par la constitution géologique. Une large plaine sépare les deux groupes, la vallée qui conduit de Toulon à Fréjus.

Au nord de cette plaine, les derniers gradins des Alpes appartiennent aux étages jurassiques et crétacés (1); au S., les montagnes des Maures sont formées de schistes de transition, et entre deux, dans le fond de la grande vallée, paraissent les grès de l'étage triasique.

Le groupe des Maures se compose d'un ensemble de vallons et de crêtes arrondies, dont les plus importants courent sensiblement de l'E. à l'O. Au centre est la vallée de Collobrières, au N. la chaîne du mont Sauvette, point culminant du système des Maures (780 mètres); au sud de Collobrières, un chaînon parallèle moins élevé. Là est le principal amas de fer oxydulé. Un autre gîte moins considérable, et d'une nature un peu différente, se rencontre au nord-est de Collobrières, dans le flanc sud du mont Sauvette. Et c'est aussi dans cette chaîne que M. Coquand a signalé, le premier, l'*itabirite*, roche argilo-schisteuse, criblée de fer oligiste feuilleté. Mais il paraît, du moins d'après la citation de M. Élie de Beaumont (*Explication de la carte géologique*, t. Ier, p. 458), que ce géologue ne connaissait point les masses beaucoup plus abondantes de fer oxydulé. L'itabirite des Maures est d'ailleurs en veines trop minces pour être utilisé comme minerai de fer.

Le massif des Maures se compose de toutes les variétés si connues de schistes métamorphiques plus ou moins cristallisés : tantôt ils se rapprochent du gneiss, ailleurs ils passent au micaschiste, le plus souvent ils sont stéatiteux. Le calcaire paraît manquer, sauf, d'après de Saussure, à la presqu'île de Giens.

Le granite et la serpentine se montrent en masses isolées à 3 ou 4 lieues à l'est de Collobrières, mais ni l'un ni l'autre n'est en connexion directe avec les minerais de fer.

Les schistes renferment souvent des grenats, comme le remarque M. Élie de Beaumont, et ce minéral devient surtout abondant auprès des minerais de fer.

La direction des schistes est assez variable; cependant M. Élie de Beaumont indique spécialement les allures N.-E., S.-O. et N.-S., surtout la première. Dans tout le flanc méridional du

(1) Les plateaux calcaires qui dominent Cuers et Belgencier sont même en partie recouverts par du grès à Nummulites.

mont Sauvette, j'ai effectivement observé la direction N.-E.-S.-O. avec inclinaison forte au N.-O.; et, dans la chaîne opposée, autour des masses ferrugineuses, les assises courent sur h. 4. de la boussole, soit N. 35° à 40° E., en inclinant au S.-E.

La plongée est presque toujours très forte.

Le principal amas ferrugineux se rencontre, avons-nous dit, dans la chaîne qui borde au S. la vallée de Collobrières. Il est situé à 4 ou 5 kilomètres au S.-E. du bourg, et à peu près à 150 mètres au-dessus du fond de la vallée.

Sur le revers occidental d'un important contre-fort, qui se détache, vers le N., de la crête principale, on remarque, au milieu du micaschiste, une série de bancs à nuances foncées, rouges, bruns ou noirs, courant tous, dans le sens de la stratification, sur h. 4, et plongeant à l'E.-S.-E., sous un angle de 50°, à l'inverse de la pente du terrain. A mesure que l'on approche du gîte ferrugineux, on voit le micaschiste devenir plus quartzeux et se charger de grenats rouges à grands cristaux. Peu après le schiste s'efface, ou plutôt il est entièrement pénétré de matières ferrugineuses; des silicates à base de fer s'y développent, et, entre les assises, s'insinuent des minerais en masses plus ou moins puissantes. Ils sont, les uns, composés de grenats rouges, les autres de fer oxydulé massif, d'autres encore d'une substance fibreuse, couleur olive, que je croyais d'abord être de l'amphibole ou du pyrogène sous forme d'asbeste, mais que l'analyse me fit ensuite connaître comme substance nouvelle : c'est le *bisilicate ferreux* ci-dessus mentionné.

Le plus souvent les trois minéraux sont associés l'un à l'autre et mélangés irrégulièrement en proportions variables; seulement dans certaines assises, c'est le grenat, dans d'autres le fer oxydulé, ailleurs, et le plus souvent, le bisilicate, qui prédominent.

Tout cet ensemble est, au moins en apparence, régulièrement stratifié, et c'est moins l'observation directe que l'analogie qui peut ici conduire à l'hypothèse d'une injection postérieure. Il est en effet probable que le gîte en question se compose d'une série de filons-couches, je veux dire de lentilles, fortement aplaties, intercalées entre les strates du schiste micacé; mais, je le répète, en suivant à la surface les crêtes des amas ferrugineux, on peut croire à une alternance régulière du micaschiste et du minerai. Les travaux d'exploitation pourront seuls faire connaître plus exactement les conditions du gîte.

Les masses ferrugineuses embrassent en largeur 30 à 40 mètres,

et se poursuivent en allongement à plusieurs centaines de mètres, et même au delà, au N.-E., vers le haut de la vallée de Collobrières; et au S.-E., dans le sens opposé à l'origine du vallon de la Malière, on retrouve, sur le prolongement du gîte, des lambeaux plus ou moins considérables des mêmes roches.

Les bancs ferrugineux ont, en moyenne, de 0m,50 à 1 mètre de puissance, et l'on en peut compter une dizaine de réellement riches. Quelques unes sont même assez rapprochées pour être exploitées simultanément. On pourra longtemps extraire le minerai à ciel ouvert, et, plus tard, descendre par galeries, sans aucun puits, jusqu'à une profondeur de plus de 100 mètres.

Quelques uns des bancs tiennent en moyenne plus de 50 p. 100 de fer; d'autres seulement 30 à 35 p. 100. La masse entière pourrait rendre environ 35 à 40 p. 100; mais, en exploitant, on obtiendrait facilement, par le triage, des minerais dont la richesse ordinaire serait de 40, sinon 45 p. 100. Les fontes obtenues à l'essai sont d'ailleurs pures et fort tenaces.

Donnons maintenant quelques détails plus précis sur la nature et la composition du minerai et de ses gangues.

La roche la plus abondante est une masse granulaire formée de grenats rouges et entrelardés de particules fibreuses de bisilicate de fer. La gangue est du quartz un peu rosé, auquel adhèrent çà et là quelques parties micaschisteuses.

Le minéral fibreux est d'un jaune olive légèrement bronzé, à éclat soyeux et ressemble quelque peu à de l'asbeste; cependant les fibres sont moins flexibles. Les parties depuis longtemps exposées à l'air ont une teinte légèrement ocreuse qui résulte de l'altération des grenats, car la matière fibreuse elle-même n'est point décomposée, et, en la mettant en digestion dans l'acide chlorhydrique, elle reprend son aspect ordinaire.

Croyant que cette substance fibreuse était effectivement de l'asbeste ordinaire ou une variété d'amphibole, je me contentai d'abord de déterminer, par voie humide, le fer contenu dans les grenats. Mais en traitant plus tard la même roche au creuset brasqué, je fus très étonné d'y rencontrer une proportion de fer beaucoup plus forte. La substance fibreuse était donc elle-même très ferrugineuse, et ne pouvait être ni de l'amphibole, ni du pyrogène proprement dit.

Effectivement, en opérant sur un échantillon très riche en matière fibreuse, je suis parvenu à l'obtenir sensiblement pure; et l'analogie m'a alors montré qu'elle était réellement formée de bisilicate de protoxyde de fer.

J'ai traité la roche successivement par l'acide chlorhydrique et l'acide sulfurique; j'ai ainsi dissous les grenats et les parties argilo-schisteuses de la gangue; ensuite, à l'aide d'une dissolution potassique, j'ai enlevé la silice des silicates décomposés. En lavant enfin par décantation, j'ai pu encore séparer quelques grains de quartz.

La matière ainsi purifiée et séchée à 100° se présente alors sous forme de très fines aiguilles d'un gris verdâtre pâle, à éclat soyeux. Elle ne donne point d'eau et ne perd absolument rien de son poids par la calcination au rouge dans un tube de verre. L'éclat soyeux ne disparaît pas, la couleur seule passe du vert pâle au vert légèrement bronzé. Les acides, comme l'aiguille aimantée, sont sans action sur cette substance. Sa pesanteur spécifique est fort élevée : 3,713; et ce chiffre est même un peu faible, car il s'applique à une partie encore légèrement souillée de matière argilo-quartzeuse. Mais déjà ce nombre prouve que la substance en question ne peut être de l'amiante ordinaire, dont la pesanteur spécifique maximum est 2,9, ni même du pyrogène ou de l'amphibole, dont les plus riches en fer n'atteignent pas 3,36. Cette grande pesanteur spécifique annonçait donc également un minéral riche en fer. Au chalumeau, il fond difficilement, tandis que le grenat rouge, auquel il est associé, et le fer oxydulé, donnent immédiatement l'un et l'autre un bouton noir.

L'analogie m'a fourni les nombres suivants :

		Oxygène.		Fer métallique.
Silice.	0,439	0,228	2	
Protoxyde de fer.	0,522	0,119	1	0,403
Chaux	0,005			
Magnésie.	0,011			
Alumine.	0,019			
	0,996			

Ces chiffres semblent bien indiquer un bisilicate de protoxyde de fer à peu près pur, surtout lorsqu'on réfléchit que la matière fibreuse, soumise à l'analyse, était encore légèrement souillée d'une faible proportion de gangue micaschisteuse. Ce serait donc du pyroxène ferrugineux par excellence.

Le *grenat*, qui est associé au bisilicate ferreux, est d'un rouge brun foncé.

Il se dissout assez facilement dans l'acide chlorhydrique

bouillant, et, comme lui seul est soluble, j'ai pu également déterminer sa composition. Le fer y est comme dans le minéral fibreux, en proportion considérable, mais avec cette différence, qu'une partie s'y trouve à l'état de peroxyde. Je n'ai cependant pas déterminé la proportion relative des deux oxydes, mais l'analyse et les essais par voie humide (1), aussi bien que les essais par voie sèche, prouvent que le fer s'y trouve positivement sous les deux états.

La plupart des échantillons agissent, mais d'une manière presque insensible, sur l'aiguille aimantée, et la poussière est partiellement attirée, ce qui tient peut-être à un mélange imperceptible de très rares grains de fer oxydulé. Au chalumeau, il fond facilement en scorie noire et devient alors très magnétique. Sa pesanteur spécifique (celle d'un fragment et non celle de la substance réduite en poudre) est de 3,93, chiffre qui doit être un peu faible, car il a été impossible de dépouiller les cristaux de grenats d'une manière complète de toutes les fibres adhérentes de bisilicate ferreux.

La roche appartient à l'espèce appelée par G. Rose *grenat commun*, dont la formule est (Al,Fe) Si + (f,Ca,Mg) Si ; seulement c'est le fer qui domine de beaucoup sur les autres bases.

En supposant tout le fer à l'état de protoxyde, j'ai trouvé :

	Oxygène.			
Silice	0,355	0,1844		
Protoxyde de fer. .	0,525	0,1195	0,1235	0,1655
Chaux.	0,006	0,0017		
Magnésie	0,006	0,0023		
Alumine.	0,090	0,0420	0,0420	
	0,982			

On voit par la perte qu'accuse l'analyse, par la proportion si faible d'alumine, enfin par l'excès de l'oxygène de la silice sur celui des bases, qu'un tiers à peu près du fer doit se trouver à l'état de peroxyde.

Ramené à l'état métallique, la proportion de fer est de 0,405, ainsi presque exactement la même que dans le bisilicate ferreux. Elle est plus forte que dans aucun des grenats analysés jusqu'à présent, ce qui ne doit au reste pas étonner, lorsqu'on réfléchit

(1) La dissolution chlorhydrique du grenat, précipitée par les alcalis, donne un dépôt noir (d'hydrate d'oxyde magnétique).

que le grenat est associé à une masse de fer oxydulé et que le terrain encaissant ne renferme aucun banc calcaire.

La proportion relative du bisilicate ferreux et du grenat est nécessairement très variable. Dans l'un des échantillons, qui représente un mélange assez ordinaire, j'ai trouvé :

Grenats	0,321	tenant fer	0,130
Bisilicate de fer.	0,450		0,181
Gangue (quartz et schiste argilo-micacé).	0,229		
	1,000	Fer total :	0,311

L'essai par voie sèche a donné 0,304. Les échantillons sans gangue pierreuse donneraient, d'après les analyses, de 40 à 41 p. 100 de fonte.

Souvent la proportion relative des grenats est plus considérable, mais l'apparence extérieure trompe, et certains échantillons, rouges et granulaires, qui ne semblent presque formés, au premier abord, que de grenats, renferment encore en réalité une proportion notable de bisilicate, dont les fibres entrelacent dans tous les sens et soudent en quelque sorte entre eux les dodécaèdres du grenat. On ne les remarque pas toujours au premier instant, parce que dans les échantillons où le grenat abonde, le bisilicate lui-même est coloré en rouge, ou paraît peut-être coloré par transparence. Mais l'acide, en dissolvant le grenat, restitue toujours à la substance fibreuse sa couleur propre. On voit au reste, quant à la teneur en fer, que la proportion relative des deux silicates est indifférente ; mais, comme minerai, le grenat qui contient 9 p. 100 d'alumine serait sans doute plus facile à traiter que le bisilicate ferreux.

Le minerai le plus important est le *fer oxydulé* massif; mais il ne faut pas entendre par là de l'oxyde magnétique complétement pur. Ce minerai est une masse compacte, d'un gris noir foncé, au milieu de laquelle on aperçoit de grands cristaux isolés de grenats rouges, et, suivant une série de plans très rapprochée, parallèles aux strates du terrain, des faisceaux épars de fibres d'un vert-olive légèrement bronzé, ou bien des groupes étoilés de la même substance, rayonnant irrégulièrement autour de chaque cristal de grenat. Ainsi le fer oxydulé est en quelque sorte une pâte au milieu de laquelle ont cristallisé les grenats et le bisilicate ferreux. Ce dernier surtout est singulièrement éparpillé, et il m'a été impossible d'obtenir des fragments même

fort petits d'oxydule parfaitement pur. Aussi je n'ai trouvé pour pesanteur spécifique de ces débris triés que 4,76. L'analyse y indique d'ailleurs aussi quelques grains de quartz et des parcelles de micaschiste.

Le minerai est non seulement très magnétique, mais même magnéti-polaire. Beaucoup d'échantillons attirent la limaille de fer et offrent deux pôles nettement prononcés qui agissent d'une manière opposée sur la même extrémité de l'aiguille aimantée. L'oxydule fond aisément au chalumeau en scorie noire.

L'analyse ne peut indiquer, à cause du mélange des grenats, si le minerai est positivement du fer magnétique sans mélange de peroxyde; mais la circonstance que la poussière est d'un gris noir pur et s'attache tout entière au barreau aimanté, et que d'autres bancs voisins, dont nous parlerons bientôt, renferment, avec le bisilicate ferreux, du fer oxydulé nettement cristallisé, doit faire supposer que l'oxyde magnétique n'est point mélangé de peroxyde, et que sa formule est bien $Fe^3 O^4$.

Dans les bancs les plus riches, la proportion d'oxydule s'élève à 60 ou 65 p. 100, et, en y comprenant le métal des deux silicates, la teneur totale en fer est de 55 à 60 p. 100; mais le rendement moyen varie plutôt entre 45 et 55 p. 100. Ce minerai forme à lui seul, à la surface du sol, trois ou quatre bancs ayant chacun une puissance réelle de $0^m,50$; mais, comme le terrain est en partie couvert de végétation, il est probable que les travaux feraient connaître encore d'autres bancs.

Dans l'un des échantillons soumis à l'analyse j'ai trouvé :

Fer oxydulé ($Fe^3 O^4$).	0,44	tenant fer	0,316
Grenats	0,24		0,097
Silicate ferreux. . . .	0,26		0,105
Gangue pierreuse. . .	0,06		
	1,00	Fer total :	0,518

et l'essai par voie sèche a donné en fonte, 0,52.

Une dernière classe de bancs se compose d'un assemblage confus de petits faisceaux asbestiformes de bisilicate fibreux, au milieu ou entre lesquels on remarque des grains et des cristaux assez nombreux de fer oxydulé, associés à quelques rares grenats. C'est de cette roche que j'ai extrait la substance fibreuse pour la soumettre à l'analyse chimique, et c'est le résultat de ce travail qui est ci-dessus rapporté.

Cette roche de bisilicate ferreux, imprégnée d'oxyde magnétique, donne, en moyenne à l'essai, de 45 à 50 p. 100 de fonte pure. Un échantillon qui représente à peu près la généralité des bancs se compose, d'après l'analyse, de :

Fer oxydulé en cristaux ($Fe^3 O^4$).	0,40	tenant fer	0,287
Bisilicate ferreux.	0,45		0,184
Grenats.	0,05		0,020
Gangue pierreuse.	0,10		
	1,00	Total du fer :	0,488

et l'essai par voie sèche a produit en fonte, 0,487.

Ces bancs à bisilicate fibreux tiennent à peu près le milieu, quant à leur abondance, entre les bancs à grenats rouges et les bancs à fer oxydulé massif.

Disons maintenant quelques mots d'un second gîte, beaucoup moins important, qui est placé, comme nous l'avons dit, du côté opposé de la vallée, dans le flanc S. du mont Sauvette, au N.-E. du bourg de Collobrières et à 300 mètres environ au-dessus du fond de la vallée. Il me paraît avoir de l'analogie avec le gîte de Combenègre, dans l'Aveyron.

Le terrain se compose sur ce point de gneiss et de schiste micacé, courant du N.-E. au S.-O. et plongeant au N.-O. On y aperçoit, outre le quartz et le mica, des grenats noirs, des cristaux d'amphibole hornblende, et, plus rarement, de l'épidote verte.

Au milieu de ces assises, et parallèlement à la stratification, affleure un banc de minerai de $0^m,40$ à $0^m,50$, dont on peut poursuivre la crête sur une centaine de mètres en direction. Au delà on le perd de vue sous la végétation et les éboulis de la montagne. Le banc lui-même est stratifié parallèlement à la direction générale. Il se compose de plusieurs alternances de parties riches et pauvres. C'est une assise très quartzeuse de gneiss, dont le mica, l'amphibole et les grenats sont remplacés par du fer oxydulé granulaire et cristallin. Aussi certains lits de $0^m,05$ à $0^m,06$ d'épaisseur rendent jusqu'à 55 p. 100 de fer, tandis que d'autres n'en donnent à l'essai que 15 à 20 p. 100. En moyenne, on peut admettre 25 à 30 p. 100. Au mur du minerai, proprement dit, est un gneiss très feldspathique et tendre, de $0^m,20$ à $0^m,30$, dans lequel on distingue encore des grains uniformément épars de fer oxydulé. L'essai de cette roche

m'a donné 13 p. 100 de fonte. Le minerai est positivement l'oxyde magnétique $Fe^3 O^4$.

Ce gîte, au surplus, n'est point exploitable, à moins qu'il ne s'enrichisse en profondeur; mais je l'ai cité pour montrer que les amas ferrugineux des Maures ne sont point circonscrits à une seule région peu étendue.

Un fait remarquable, lorsqu'on considère l'abondance du quartz, est l'absence complète des silicates de fer. C'est l'inverse de ce qui a lieu dans d'autres gîtes. Les grenats, l'amphibole, l'épidote existent en cristaux épars dans le terrain environnant, mais non dans le banc à minerai. Ici il n'y a donc pas injection égale; la coexistence du quartz et de l'oxyde libre serait impossible. Le fer aura été amené sous forme de vapeurs ou de sources; on pourrait même admettre, à la rigueur, que le fer constitue ici une couche contemporaine. On objecte, il est vrai, que l'oxyde magnétique ne saurait avoir une origine aqueuse. Cependant ne sait-on pas depuis longtemps que des grains de fer oxydulé se rencontrent au sein du minerai pisolithique (*Voie sèche de M. Berthier*, t. II, p. 231). J'ai de même observé de nombreux grains magnétiques au sein d'une couche de fer miliaire, contenant des bélemnites dans les marnes du lias, au pied de la Jungfraü (Oberland bernois). Enfin on y exploite maintenant, dans le Valais, à la mine de Veare, pour l'usine d'Ardon, qui fondait autrefois la chamoisite, un minerai oxydulé granulaire qui est positivement en couches dans le terrain schisteux métamorphique de l'étage jurassique. On sait, au reste, avec quelle facilité le peroxyde se transforme, par réduction, en oxyde magnétique; et les gaz chauds qui ont opéré le métamorphisme ne peuvent-ils pas, dans certains cas, avoir déterminé non seulement la déshydratation, mais encore la réduction partielle du peroxyde de fer?...

Outre le fer oxydulé, les Maures renferment aussi du fer oligiste. Nous avons rappelé l'*itabirite* trouvée par M. Coquand dans la chaîne du mont Sauvette. J'ai vu un minerai semblable dans la vallée même de Collobrières à 200 mètres au S.-O. du bourg et à 6 kilomètres à peu près des deux gîtes précédents. Sur les bords d'un petit ruisseau, qui a raviné asse zprofondément les assises du schiste argilo-micacé, très tendre en ce point, on observe du fer oligiste, disposé en veines continues, de $0^m,02$ à $0^m,04$, parallèlement aux strates du terrain. Le minerai résulte de l'agglomération d'une multitude de minces feuillets brillants de fer oxydé micacé. Les plaquettes de minerai, isolées

des schistes encaissants, donnent à l'essai jusqu'à 50 p. 100 de fonte, et un mélange de plusieurs échantillons m'a fourni les résultats suivants :

Peroxyde de fer.	0,724
Gangue soluble.	0,029
Gangue quartzeuse et micaschisteuse. .	0,247
	1,000

Ce minerai, comme celui du mont Sauvette, n'est accompagné ni de grenats, ni d'amphibole, ni de bisilicate de fer.

Ici encore il n'y a donc pas une injection ignée, mais probablement dépôt par sublimation, ou peut-être formation aqueuse?

Les veines sont trop minces et trop distantes les unes des autres pour que leur exploitation soit possible, mais sans doute ce gîte n'est pas isolé, et l'on doit espérer que le massif des Maures, mieux exploré, se trouvera un jour sillonné en divers sens de mines de fer (1).

En résumé on voit, par les détails précédents :

Que tous les minerais ferrugineux des Maures sont ou semblent être stratifiés en couches parallèlement aux assises du gneiss et du schiste argilo-micacé;

Qu'ils ne dépendent directement d'aucune roche éruptive;

Que cependant, à deux ou trois lieues plus à l'E., on rencontre des masses et des filons granitiques, et quelques culots épars de serpentine;

Que le gîte ferrugineux le plus important, le seul exploitable parmi ceux aujourd'hui connus, se compose de fer oxydulé compacte, minerai spécialement caractérisé par son association avec deux silicates ferrugieux, tenant tous deux environ 40 p. 100 de fer et pouvant ainsi eux-mêmes être utilisés comme minerais. L'un est un *protosilicate multiple* soluble dans les acides; l'autre un *bisilicate* simple insoluble; le premier, un grenat rouge à base de protoxyde et de peroxyde de fer, le second du *pyroxène-asbeste* à une base, c'est-à-dire du bisilicate de protoxyde de fer.

Rappelons encore que le gîte principal se compose d'une série de bancs parallèles occupant, du toit au mur, une largeur

(1) On exploite dans le département de l'Hérault un minerai oligiste tout à fait semblable, disposé aussi en couches, parallèlement aux strates du micaschiste.

de plus de 30 mètres; que la proportion relative du fer oxydulé et des silicates varie selon les bancs : ainsi le silicate prédomine en général même dans les bancs où, au premier abord, les grenats sembleraient devoir l'emporter. Aucun banc n'est exclusivement formé de fer oxydulé; on retrouve partout un mélange des deux silicates, et souvent le bisilicate ferreux devient l'élément dominant. La gangue terreau proprement dite est à la fois quartzeuse et argilo-schisteuse; elle s'élève rarement à 10 ou 15 p. 100 dans les bancs à fer oxydulé, mais atteint 20 à 25, même 30 p. 100 dans les bancs à grenats et à bisilicate sans oxydule.

Enfin, il n'est pas sans importance de remarquer que le terrain schisteux, qui avoisine le minerai, est complétement exempt de bancs calcaires; car on comprend alors pourquoi les silicates, associés au minerai, ne renferment pas 1 p. 100 de chaux.

Comparons maintenant le gîte des Maures aux amas de l'île d'Elbe et de la Suède, en nous appuyant des mémoires de MM. Burat et Daubrée.

Les masses ferrugineuses des Maures me semblent surtout avoir une grande analogie avec les gîtes si remarquables de l'île d'Elbe et de la Toscane. Ces derniers se trouvent à la vérité au sein du terrain crétacé, tandis que ceux du Var sont associés aux roches de transition. Mais de part et d'autre le métamorphisme est évident.

Dans les deux districts aussi le minerai de fer se compose tantôt de fer oligiste, tantôt de fer oxydulé cristallin ou compacte, et en Italie, comme dans le Var, les oxydes sont associés à des silicates; seulement il y a cette différence, que dans le Var, où le terrain schisteux n'est point calcaire, les silicates sont essentiellement ferrugineux, tandis qu'à l'île d'Elbe et dans le Campiglièse (Toscane), où le terrain encaissant est argilo-calcaire, les silicates sont à base de fer et de chaux : ce sont des amphiboles et des yénites. La différence semble donc uniquement provenir de la dissemblance du terrain encaissant.

Dans le Var, le minerai est stratifié parallèlement aux schistes; à l'île d'Elbe, l'amas du Rio est disposé de même, tandis que les fers oxydulés du cap Calamita et les gîtes du Campiglièse paraissent, selon M. Burat, affecter d'une manière plus nette les allures d'amas éruptifs. Les gîtes du Campiglièse, dit-il, sont positivement des dykes d'amphibole et d'yénite, accompagnés d'hématites plus ou moins quartzeuses, et les amas de l'île d'Elbe n'en diffèrent que par l'abondance plus grande

de l'oxyde libre. Il admet aussi que les yénites ont été formées, au moins en partie, aux dépens des roches calcaires qui forment les parois des dykes.

Dans le Campiglièse, comme dans le Var, la silice est surabondante et l'oxyde de fer libre relativement peu abondant, tandis qu'à l'île d'Elbe le quartz et les silicates sont en sous-ordre, si on les compare aux oxydes de fer non combinés.

Je dois faire ici remarquer que j'ai appelé amphibole, d'après M. Burat, la gangue silicatée rayonnée qui accompagne, avec les yénites, les minerais d'Italie; mais cette substance a-t-elle été réellement analysée, et ne se pourrait-il pas qu'une partie des roches décrites comme amphibole dans les masses de l'île d'Elbe et de la Toscane fût plutôt un bisilicate ferreux analogue à celui de Collobrières? Il serait intéressant de le vérifier.

On pourrait trouver un dernier point de ressemblance entre les deux régions, dans l'existence des serpentines. M. Burat dit que les dykes ferrugineux d'Italie sont postérieurs aux serpentines, mais que cependant cette dernière roche semble avoir ouvert l'ère des éruptions et émanations ferrugineuses. En est-il de même dans le Var? Je ne saurais le dire, et je rappelle seulement que la serpentine traverse le terrain schisteux à trois lieues des amas ferrugineux de Collobrières.

Les minerais du Var ne ressemblent pas moins aux minerais magnétiques de Suède et de Norwége. Ceux-ci existent, en effet, dans le terrain de transition, et, le long des minerais, le gneiss passe souvent, dit M. Daubrée, au micaschiste ou au schiste amphibolique, et les gangues habituelles sont aussi des silicates plus ou moins ferrugineux, tels que le pyroxène granulaire (coccolite), l'amphibole noire (hornblende), le grenat, l'épidote, etc.

Les amas sont déposés en forme d'amandes, parallèlement aux feuillets de la roche et y sont intimement soudés. Au contact du minerai, la roche encaissante se charge elle-même de fer oxydulé, d'amphibole, de grenats, d'épidote, et forme ainsi autour des gîtes comme une *écorce*. On y trouve encore assez souvent la *babingtonite*, qui est, comme l'yénite, un silicate double de fer et de chaux.

Une particularité des gîtes de Suède qui les rapproche des minerais d'Italie plus que des fers oxydulés du Var, c'est que le terrain de gneiss renferme souvent, dans le voisinage des minerais de fer, des amas ou couches calcaires. Aussi, non seulement les minerais de Suède sont-ils associés, comme ceux d'Italie, à des

silicates multiples contenant de la chaux, mais encore, dans la gangue proprement dite, trouve-t-on fréquemment de la chaux carbonatée lamellaire. Ainsi, en Suède, comme en Italie, les roches encaissantes ont exercé une grande influence sur la nature des composés ferrugineux, et la présence des bancs calcaires a suffi pour empêcher la formation du bisilicate de fer simple.

Les minerais de Suède renferment tous plus ou moins de manganèse, surtout celui de Danemora, tandis que ceux du Var en sont dépourvus. Il est donc à craindre que ces derniers, aussi bien que ceux de l'île d'Elbe, ne puissent être utilisés pour la fabrication de l'acier.

Enfin, il est en Suède plusieurs gîtes où, comme en Italie, le fer oxydulé est en connexion intime avec des dykes de roches amphiboliques : tels sont les amas de Taberg et d'Aasaud.

Les gîtes de Bone, d'après M. P. Benoist (*Bulletin de la Société géologique*, 2e série, t. V, p. 194), auraient aussi une certaine analogie avec ceux du Var; cependant là on trouve également, auprès du minerai, des masses calcaires qui n'ont pas dû être sans influence sur la nature des composés ferrugineux. Le calcaire, transformé en marbre, sert de toit au minerai, tandis que des schistes grenatifères en occupent le mur et dépendent eux-mêmes de roches amphiboliques et pyroxéniques.

Enfin, rappelons encore que, selon M. Burat, les hématites rouges du Harz et du Dillenbourg sont intercalées en forme d'amandes dans le terrain schisteux de transition, et sont toujours liées plus ou moins intimement à des roches silicates ferrugineuses telles que les amphiboles et diverses masses trappéennes, pyroxéniques, hypersténiques. Là aussi le terrain de transition renferme des couches calcaires.

Les détails que nous venons de rappeler prouvent que les gîtes du Var rentrent dans la classe générale des amas de fers oxydés cristallins; seulement ils présentent ce caractère spécial de gangues silicatées beaucoup plus riches en fer, ce qui, selon moi, résulte de l'absence des bancs calcaires dans le terrain schisteux des Maures.

On peut maintenant se demander quel a pu être le mode de formation des minerais du Var? Nous rappellerons d'abord qu'en les considérant isolément et dans l'impossibilité où l'on est de pouvoir étudier la forme intérieure des amas, on ne saurait affirmer que ce sont positivement des masses adventives qui ont pénétré dans les schistes après coup. Les fers oxydulés et les hématites rouges ont pu être originairement des produits de sources

ou d'émanations minérales, contemporaines de la sédimentation du terrain schisteux, et ces amas auraient été ensuite modifiés en même temps que les schistes, dans la période d'activité du métamorphisme. Au reste, on connaît même des oxydes et des silicates de fer anhydres, engendrés directement, et dans des terrains non métamorphiques, par des sources à la fois ferrugineuses et siliceuses : tel est le minerai *agatisé* de la Voulte et de Privas (Ardèche). Cependant on ne peut guère admettre que le bisilicate ferreux de Collobrières et les grenats soient des produits d'origine aqueuse, et, d'autre part, la formation de silicates aussi abondants due à la réaction exercée sur les roches encaissantes par des oxydes libres précédemment déposés exigerait une température plus élevée que celle que les phénomènes ordinaires du métamorphisme semblent pouvoir autoriser. Il est donc assez probable que les minerais du Var, comme les amas d'Italie et de Suède, résultent d'éruptions postérieures, et je crois pouvoir appliquer aux gîtes de Collobrières ce que M. Burat a dit des masses de l'île d'Elbe et de la Toscane. Les oxydes compactes, accompagnés de silicates, paraissent provenir d'injections plutoniques, tandis que les oxydes non mêlés de gangues silicatées, comme le fer oligiste feuilleté, micacé, du fond de la vallée de Collobrières, semblent plutôt le produit de vapeurs métallifères prolongées.

Le fer oxydulé, déjà fusible par lui-même, le devient encore plus par son association avec quelques centièmes de silice, cas qui se présente souvent (*Minéralogie de M. Dufrénoy*, t. II, p: 462). On peut donc supposer que le fer oxydulé est sorti fondu du sein de la terre, tantôt à l'état isolé, tantôt déjà combiné avec un peu de silice sous forme de silicate très basique. — Dans le prémier cas, les silicates que l'on observe aujourd'hui comme une *écorce*, à l'entour des amas de fer oxydulé, seraient uniquement un produit de réaction par la combinaison de l'oxyde avec les roches encaissantes. Dans le second cas, il y aurait eu de plus, par une sorte de *départ*, production de composés nettement définis. — Un silicate très basique, sous l'influence d'un refroidissement lent, doit, en effet, se partager en protosilicates (grenats) et bisilicates (pyroxènes), tandis que l'excès d'oxyde s'isolera en cristallisant.

De tous les éléments des roches encaissantes, la chaux, comme base forte, doit exercer l'influence décomposante la plus énergique. Aussi voyons-nous partout, excepté dans le Var, où le calcaire manque, des silicates chargés de chaux. En même temps

que la chaux s'unit à la silice, une proportion correspondante d'oxyde de fer devient libre, ou bien la silice du terrain encaissant doit s'emparer d'une quantité proportionnellement moindre de fer. En Suède et à l'île d'Elbe, l'oxyde de fer est abondant, et les silicates relativement moins répandus, tandis que dans le Var la chaux a manqué pour empêcher la formation des silicates ferrugineux, ou pour isoler en proportion notable l'oxyde du silicate basique préexistant.

M. Coquand, tout en reconnaissant le mérite et l'exactitude des observations de M. Gruner, fait remarquer que le gisement de fer oxydulé avec grenats des environs de Collobrières a été signalé et décrit par lui dès 1839, dans ses leçons imprimées du *Cours de géologie professé à Aix*, et, plus *in extenso*, dans son travail sur les *Terrains primaires et ignés du département du Var*, présenté à l'Institut dans l'année 1845, et inséré dans le tome III, 2e série, des *Mémoires de la Société géologique de France*. Il ajoute que, depuis la publication (*Annales des mines*, tome XIV, année 1848, p. 289) de l'analyse faite par M. Gruner de la substance fibreuse qui accompagne cet oxydule dans le Var, il s'est livré à son tour à des essais comparatifs sur les substances radiées et fibreuses qui, dans le Campiglièse, l'île d'Elbe et le Massétano (en Toscane), servent de gangues aux minerais de plomb, de cuivre, de zinc et de fer, et qu'il a constaté une différence complète entre ces silicates et celui de Collobrières.

A ces différences s'ajoutent, suivant M. Coquand, des dissemblances plus grandes encore dans la manière d'être et la disposition des gîtes métallifères de la Toscane, et celles des gîtes du département du Var. Les premiers représentent des dykes franchement éruptifs qui ont traversé les dernières assises du terrain crétacé; les seconds, au contraire, forment des couches subordonnées et contemporaines des schistes cristallins dont ils partagent par conséquent la stratification. Telle était aussi l'opinion de M. Gruner en 1848, car en parlant du gisement grenatifère de Collobrières et des fers oxydulés des flancs de la chaîne de la Sauvette, ce savant (*loco citato*, page 289) déclare positivement que ces deux gîtes représentent une série de couches régulièrement stratifiée, appartenant réellement au

terrain, et non point des filons ou des filons-couches injectés postérieurement. Dans cette seconde notice, rédigée en juin 1849, M. Gruner déserte sa première opinion pour reconnaître aux minerais du Var la même origine éruptive qu'aux amas de l'Italie. Il ne paraît pas à M. Coquand que cette dernière note ait réfuté ou détruit les descriptions exactes consignées dans le travail des *Annales des mines*. Or ces descriptions cadrent d'une manière parfaite avec celles qu'il a données lui-même dans son mémoire sur les terrains primaires et ignés du département du Var, auquel il renvoie pour les détails.

Ces deux points discutés, M. Coquand fait la communication suivante :

Note sur les substances rayonnées fibreuses qui accompagnent les minerais de fer, de cuivre, de zinc et de plomb dans le Campiglièse et l'île d'Elbe (Toscane), par M. H. Coquand.

Les calcaires métamorphiques du Campiglièse, analogues, quant à leur position géologique et quant à leurs caractères minéralogiques, aux marbres blancs de Carrare et des Alpes Apuennes, sont traversés dans tous les sens par de puissants filons métallifères dans lesquels prédomine une substance vert foncé, brune ou jaune sale, de structure radiée et fibreuse que l'on a jusqu'ici rapportée au genre amphibole.

Avec cette substance se trouvent mélangés, sans ordre, d'autres silicates calcaréo-ferrugineux qui sont le grenat, l'ilvaïte et l'épidote verte. Ces divers minéraux forment, à proprement parler, les gangues des filons métallifères. Cependant on remarque sur quelques points, et notamment dans le vallon de *Tempérino*, à la *Bucca de l'Aquila* et au-dessous de la *Rocca San-Silvestre*, un porphyre euritique verdâtre, lardé de gros cristaux maclés de feldspath miroitant, de grains de quartz améthystiné amorphe, ainsi que de quelques nids d'épidote fibreuse. Ce porphyre se mêle avec les gangues précitées auxquelles il passe d'une manière insensible, et constitue avec elles les matériaux des dykes éruptifs qui se sont établis au milieu des calcaires.

On observe fréquemment dans la masse des filons des nœuds irréguliers et des géodes de quartz cristallisé dont la dissémination est tellement capricieuse, qu'elle échappe à toute loi d'appréciation; quelques cristaux renferment ces bulles mobiles

remplies d'air ou de liquide qui le font rechercher avec tant d'avidité par les amateurs de minéralogie.

Les substances fibreuses radiées, l'yénite et l'épidote se montrent aussi dans l'île d'Elbe, d'abord à Rio la Marina, où elles constituent la base de l'escarpement qui supporte la batterie de côté, et ensuite au cap Calamita, où elles composent, à l'exclusion de toute autre roche, des coteaux à contours émoussés et remarquables par la couleur ferrugineuse de leur surface. Le porphyre euritique qui s'associe aux filons du Campiglièse manque dans ceux de l'île d'Elbe, mais au cap Calamita on observe de puissantes masses de grenats qui semblent se substituer à sa substance fibreuse dont cependant elles retiennent quelques houppes; avec ces grenats se trouvent des amas très considérables de fer oxydulé amorphe magnétique qui ont donné au cap son nom de *Calamita*. La silice libre, si répandue à Campiglièse et à Rio, y a complétement disparu; par une espèce de compensation, les grenats et le fer oxydulé ne se montrent pas dans ces deux dernières contrées. Les nombreux travaux exécutés dans le Campiglièse ont bien découvert quelques nids d'aimant granulaire et quelques grenats cristallisés; mais c'était toujours une rareté minéralogique précieuse, puisque leur présence servait à compléter la ressemblance de ces masses filoniennes avec celles de l'île d'Elbe. On peut donc dire, d'une manière générale, qu'il existe une espèce d'exclusion et d'antipathie entre la silice et l'oxyde de fer libres.

M. Gruner a donné dans une notice très intéressante (1) l'analyse de la substance radiée fibreuse qui accompagne les fers oxydulés et les grenats en roche du quartier de Vaubernier, dans les environs de Collobrières, et dont la description est également consignée dans mon *Mémoire sur les terrains primaires et ignés du département du Var* (2) Avant d'avoir étudié la Toscane, il l'avait, ainsi que l'a fait le savant précité, assimilée à la substance de même apparence du Campiglièse et de l'île d'Elbe; mais comme on ne possédait aucune analyse de ce dernier minéral qu'on rapportait vaguement à l'amphibole, j'ai dissipé les doutes que l'on avait sur sa véritable composition en analysant au laboratoire de l'École des mines deux variétés principales qui m'ont fourni les résultats suivants :

---

(1) *Annales des mines*, 4e série, t. XIV.

(2) *Mémoires de la Société géologique de France*, 2e série, t. III, p. 305 et suiv.

N° 1. *Pesanteur spécifique* : 3,530.

		Oxygène.	Rapports.
Silice	0,48	0,250	2
Chaux	0,21	0,063	1
Protoxyde de manganèse	0,20	0,044	
Protoxyde de fer	0,10	0,021	
Magnésie (traces).			
	0,99		

N° 2. *Pesanteur spécifique* : 3,462.

		Oxygène.	Rapports.
Silice	0,50	0,260	2
Chaux	0,15	0,045	1
Protoxyde de fer	0,25	0,054	
Protoxyde de manganèse	0,09	0,018	
	0,99		

Le n° 1 est une substance grisâtre, à fibres radiées, rigides, disposées en cocardes et contenant souvent du silicate de manganèse rose. Elle abonde surtout aux environs de la Rocca San-Silvestre sous le Monte-Calvi (Campiglièse), où elle sert de gangue à des sulfures de plomb, de zinc, de cuivre et de fer.

C'est, comme on le voit, un pyroxène calcaréo-ferro-manganésien représenté par la formule (Mn,Ca,Fe) Si^2, se rapportant assez exactement à la *bustamite*, à laquelle M. Dufrénoy a assigné sa véritable place en l'introduisant dans la famille du pyroxène.

Le n° 2 est une substance également fibreuse et radiée, mais de couleur vert-bouteille, composant à elle seule la presque totalité des filons du Campiglièse et de l'île d'Elbe. Sa formule (Ca,Fe) Si^2 en fait un pyroxène calcaréo-ferrugineux.

Procédés d'analyse. — On a opéré sur 3 grammes de matière, qu'on a fait fondre dans le creuset d'argent avec 12 grammes de potasse à l'alcool. Le mélange en fondant a donné les indices de la présence du manganèse qui se sont manifestés avec énergie quand on a attaqué la masse fondue par l'acide chlorhydrique. La silice qu'on a séparée par les procédés ordinaires a été pesée, puis redissoute dans une solution de potasse. Le fer et le manganèse précipités ensemble de la dissolution au moyen de l'ammoniaque ont été attaqués par l'acide chlorhydrique; la

liqueur a été saturée par l'ammoniaque, puis on a séparé le manganèse du fer par le carbonate de baryte sec à une température inférieure à 30°. On a débarrassé les liqueurs de la baryte par l'acide sulfurique, puis on a précipité au moyen de l'ammoniaque le fer et le manganèse, qui, pesés à l'état de peroxydes, ont été ramenés par le calcul à celui de protoxydes.

La liqueur dont on avait séparé le fer et le manganèse a été saturée par de l'ammoniaque, puis précipitée successivement par de l'oxalate d'ammoniaque et le phosphate de soude, pour y rechercher la chaux et la magnésie. La chaux a été dosée à l'état de sulfate.

La *bustamite* appartient, ainsi que les silicates rayonnés de Campiglia, à la famille des pyroxènes. On ne l'a rencontrée jusqu'à présent qu'au Mexique, où elle accompagne des minerais argentifères. M. Dumas lui attribue la formule $Ca\,Si^2 + Mn\,Si^2$. M. Ebelmen (1) a analysé une bustamite de Tétala qui se présente en fibres rayonnées, lamelleuses dans le sens de la longueur, d'un gris pâle, tirant sur le rose ou sur le vert, et dont la densité a été trouvée 3,33 à 14°.

Voici sa composition :

		Oxygène	Rapports
Silice	44,45	23,09	2
Protoxyde de manganèse	26,96	5,91	1
Protoxyde de fer	1,15	0,26	
Chaux	21,30	4,11	
Magnésie	0,64	0,25	
	94,50		

Les résultats de cette analyse diffèrent un peu de ceux obtenus par M. Dumas (2) quant aux proportions relatives des bases, mais ils conduisent aussi à la formule générale des pyroxènes $(Mn, Fe, Ca, Mg.)\,Si^2$. On voit aussi qu'ils se rapprochent sensiblement de la composition de la substance radiée du Campiglièse n° 1, que l'on peut considérer comme une variété de bustamite, tandis que le n° 2 se rapproche davantage, malgré la quantité de manganèse qu'il retient encore, des pyroxènes calcaréo-ferrugineux.

Le minéral fibreux qui accompagne les fers oxydules et les

(1) *Recherches sur la décomposition des minéraux de la famille des silicates*, t. VIII des *Annales des mines*, année 1845.

(2) La bustamite analysée par M. Dumas, *Annales des sciences*

grenats des environs de Collobrières a fourni à M. Gruner les résultats suivants :

		Oxygène.	Rapports.
Silice.	0,439	0,228	2
Protoxyde de fer.	0,522	0,119	1
Chaux.	0,005		
Magnésie.	0,011		
Alumine	0,019		
	0,996		

d'où l'on voit qu'il représente assez exactement un bisilicate de fer, ou, si l'on veut, un pyroxène à une base.

Sa pesanteur spécifique, qui est de 3,713, est plus élevée que celle des épidotes, des amphiboles, des bustamites et des pyroxènes les plus denses. C'est aussi, comme les pyroxènes de la Toscane et la bustamite du Mexique, une substance fibreuse, radiée, mais à aiguilles plus fines, d'un gris vert pâle et d'un éclat soyeux.

Ce qui spécifie plus particulièrement le pyroxène de Collobrières, c'est sa richesse en fer et sa faible teneur en chaux, qui n'y figure pas même pour un centième, et qui n'est guère plus abondante dans les grenats qui l'accompagnent. Aussi M. Gruner, généralisant les opinions de M. Burat, est porté à expliquer cette particularité par l'absence complète de bancs calcaires dans le voisinage des gîtes métallifères du Var, où les silicates sont essentiellement ferrugineux, tandis qu'à l'île d'Elbe et dans le Campiglièse, où le terrain encaissant est argilo-calcaire, les silicates sont à base de fer et de chaux, et auraient emprunté cette dernière base aux calcaires traversés. Quelque faible que soit la proportion de la chaux dans les

---

naturelles, t. VIII, a fourni les résultats suivants :

		Oxygène.
Silice.	48,90	24,59
Protoxyde de manganèse. .	36,06	7,91
Chaux.	14,57	4,09
Protoxyde de fer.	0,81	
	100,34	

ce qui correspond à la formule $\dddot{Ca}^3 \dddot{Si}^4 + 2\dddot{Mn}^3 \dddot{Si}^4$ ou $CS^2 + 2MnS^2$. Sa pesanteur spécifique a été trouvée 3,12 à 3,23.

silicates de Collobrières, il faut bien lui reconnaître la même origine qu'au fer, si l'on adopte les idées de M. Gruner, qui considère comme éruptifs et les fers et les silicates : alors ce n'est plus qu'une question de *plus* ou de *moins*, et qu'il faut enregistrer à côté des questions de même nature qui encombrent l'histoire des roches de formation plutonique, où l'on voit des minéraux, et surtout des feldspaths et des amphiboles, renfermant une quantité notable, mais variable, de chaux en dehors de tous bancs calcaires.

Les autres substances concomitantes des pyroxènes en Toscane sont : l'*ilvaïte* ou *yénite*, l'*épidote* verte et le *grenat*, minéraux très riches en fer et en chaux, comme on peut en juger par leur composition :

1° Pyroxène calcaréo-ferro-manganésien.	$= (Ca, Mn, Fe) Si^2$.
2° Pyroxène calcaréo-ferrugineux.	$= (Ca, Fe) Si^2$.
3° Épidote.	$(Ca, Fe) Si + 2Al Si$.
4° Ilvaïte.	$^3(Fe, Ca, Mn) Si + Fe^2 Si$.
5° Grenat.	$Al, Si + (Ca, Fe) Si$.

Dans le premier pyroxène, la chaux entre dans la proportion de 21 pour 100, dans le second pour 15, dans l'épidote pour 17. dans l'ilvaïte pour 14, et dans le grenat pour une quantité variable qui s'élève quelquefois, comme dans le grenat rouge de Lindoo, analysé par Hisinger, jusqu'à 24 pour 100.

D'après les détails qui précèdent, nous devons considérer les filons de la Toscane comme des silicates neutres de chaux, de fer et de manganèse, dans lesquels la silice, jouant un rôle à peu près constant, se sera combinée avec les autres bases, de manière à constituer généralement des silicates de la formule des pyroxènes. Le fer et le manganèse se sont substitués l'un à l'autre, ou bien ils ont concouru ensemble dans des proportions variables, mais de manière à ne pas troubler les lois de composition des pyroxènes. Quand la silice ne s'est point trouvée en quantité suffisante pour saturer l'oxyde de fer, celui-ci est resté en liberté, comme au cap Calamita, où l'on chercherait en vain ces géodes et ces nodules de quartz que l'on rencontre si abondants dans les pyroxènes du Campigliese, qui, par contraire, sont presque entièrement dépourvus de fer oxydulé. Il a dû en être de même pour la formation de la bustamite dans le Mexique. Quant au minéral fibreux de Collobrières, la silice n'ayant eu en présence que du protoxyde de fer, celui-ci a dû

entrer en combinaison avec elle, de manière à constituer un pyroxène à un *base seule*, mais dans une proportion telle que cette base fût équivalente aux bases multiples que l'on remarque dans les pyroxènes ordinaires.

On connaît dans les montagnes du Campiglièse, nommées l'*Aqua-Viva*, *Monte-Calvi* et *Gherardesca*, sept systèmes parallèles de filons pyroxéniques, dont quelques uns, comme celui de la *Cava del piombo* et de l'*Ortaccio*, ont, aux affleurements, une puissance de 30 à 40 mètres. Rien de plus admirable que la disposition, sous forme de larges cocardes, de ces substances fibreuses rayonnées, dont la couleur foncée, rehaussée par les géodes et les bandes de quartz, tranche si vivement avec l'éclat des marbres statuaires encaissants. Ce sont de ces merveilles qu'il faut renoncer à décrire. Les filons de Rio-la-Marina et du cap Calamita se présentent dans les mêmes conditions, et ont, suivant toute vraisemblance, dans la profondeur, les mêmes racines que ceux de Campiglia. Dire que dans le Massétano ils ont traversé les couches du terrain à *Fucus intricatus* et *Targioni* (*macigno et alberèse* des géologues italiens), ce membre le plus élevé de la formation crétacée, c'est proclamer leur âge comparativement très récent. Leur origine éruptive est nettement indiquée par la manière dont ils se comportent avec les formations calcaires du Campiglièse qu'ils coupent sous tous les angles.

Les pyroxènes de la Toscane éprouvent, dans les portions des affleurements exposées aux injures des agents atmosphériques, et surtout dans les blocs retirés par les Etrusques, une altération qui les atteint quelquefois jusqu'à une assez grande profondeur. Elle se manifeste par un changement dans la couleur, qui, de grise ou de vert-bouteille, devient foncée, brune ou noirâtre. La masse, tout en conservant sa structure rayonnée, perd en grande partie sa cohésion, car les fibres se séparent avec facilité, s'égrènent sous les doigts, qu'elles tachent, et se laissent couper au couteau, à la manière des bois de sapin exposés depuis de longues années aux attaques alternatives de l'air et de l'eau. Le produit de la décomposition devient, en un mot, un mélange de protoxyde et de deutoxyde de manganèse hydratés ($Mn\,O^2.\,HO$) ($Mn^2\,O^3.\,HO.$), si bien décrit par M. Ebelmen dans le travail de ce savant que nous avons eu l'occasion de citer.

Quant à l'opinion émise par M. Burat, que la nature calcaire des roches encaissantes a pu influer sur les proportions de chaux qu'on observe dans les silicates, dont sont formés ces filons, il

n'y a qu'à rappeler leur puissance prodigieuse et à ajouter qu'ils traversent souvent des roches argileuses sans changer de nature. Pour ramener les choses à une appréciation moins hasardée, il me paraîtrait plus rationnel de les considérer comme des roches plutoniques qui sont arrivées au jour formées de toutes pièces, à la manière des diorites et des basaltes, qui sont des produits très riches en chaux. Or je ne sache pas que l'on ait cherché jusqu'à présent à rapporter la présence de cette base au voisinage des roches calcaires qui la leur auraient fournie, surtout lorsque ces dépôts reposent au milieu des terrains granitiques. Il faudrait expliquer pareillement comment les lherzolites, le labrador contiennent une si forte proportion de chaux, comment le diallage du vaste dépôt d'euphotide de Prato, près de Florence, en retient plus de 19 p. 100.

En comparant l'époque récente où les pyroxènes de la Toscane et les lherzolites des Pyrénées sont arrivés à la surface du globe, on ne sera point étonné de leurs analogies, relativement à leurs éléments constitutifs, avec les basaltes et les roches pyroxéniques qui ont marqué le terme des grandes éruptions plutoniques.

Secrétariat,
Vieux-Colombi

tude, la plus grande hauteur du terra
exemple de superposition transgressive
d'un phénomène inverse de celui qui su
bien différentes, puisqu'il eut précisé
occupé. Les eaux de cette dernière du
Ludes, Rilly-la-Montagne), qu'il sera
doute, un dernier mouvement du sol
parties de sa surface.

Il n'y a aucune preuve de l'existen
considérons en ce moment, tandis qu
dont les traces sont plus frappantes qu
gner le point de l'horizon d'où ils son
sillonnés et découpés, comme les couc
se correspondent sur les flancs des vall
les débris des roches accumulés au fo
lorsqu'elle est surmontée de ces dépô
immédiat, atteint une plus grande élé
contre l'influence des agents de dén
dernier sédiment que les eaux ont lais
être partiellement entraîné par les cau

Ainsi, monsieur et cher confrère, en
dirigées entre Reims et Sézanne offr
encore plusieurs de ceux-ci restent à é
espérer que vous voudrez bien concou
vœu de la Société en vous associant à s
vous le savez, depuis longtemps appré
agréables qu'elles établissent, ou dont

Veuillez agréer, je vous prie, l'exp
l'honneur d'être

Le Secrétaire,

E. Bayle.

Nota. Les personnes étrangères à la Soci
et prendre part aux courses géologiques.

·e entre la Loire et la mer du Nord, offrent le meilleur
puisse observer dans le bassin de la Seine. Il résulte
dépôt des lignites, et fut accompagné de circonstances
ur effet d'exclure la mer du domaine qu'elle avait
ister cependant ou reparaître sur quelques points (le
aire de rattacher les uns aux autres. Plus tard, sans
ord nord-est du bassin au-dessus de toutes les autres

roupes tertiaires plus récents dans l'espace que nous
nomènes diluviens s'y sont produits avec une énergie
ucune autre direction, et suffiraient seules pour assi-
En effet, ces massifs de craie, isolés ou profondément
aires qui les couronnent çà et là, et dont les lambeaux
ent aussi bien la direction et la force des courants que
lles-ci, à mesure que l'on s'avance vers l'O. La craie,
rsqu'elle se trouve dans leur voisinage plus ou moins
ue dans les plaines situées à l'E., ayant été protégée
Enfin le *limon des plateaux* ou l'*alluvion ancienne*,
surface du pays, par suite de sa nature même, a dû
sphériques.
d'Épernay, comme centre, non seulement les courses
géologues des faits assez importants à étudier, mais
ou réclament un examen plus approfondi. J'ose donc
pléter ce qui reste à faire à cet égard, et répondre au
x. Les avantages de nos réunions extraordinaires sont,
nt pour leur utilité scientifique que pour les relations
errent l'intimité.
des sentiments les plus distingués avec lesquels j'ai

Votre très dévoué confrère,

Le Président,

A. D'ARCHIAC.

entées par un de ses membres, pourront assister aux séances

RÉUNION EXTRAORDINAIRE

A ÉPERNAY (Marne),

Du 23 septembre au 2 octobre 1849.

Les membres qui ont assisté à la réunion sont :

MM. Barotte,
Bourjot,
Brimont (de),
Dutemple,
Haguette,
Hébert,
Raulin,
Scheerer,
Verneuil (de).

Séance du 23 septembre 1849.

Les membres de la Société géologique présents à Épernay se sont réunis à deux heures à l'hôtel de l'Europe.

On procède, pour la session, à l'organisation du bureau, qui est composé de la manière suivante :

Président : M. Dutemple ;
Vice-président : M. Haguette ;
Secrétaire : M. Hébert.

M. Hébert propose à la Société, pour ses courses, un itinéraire qui est adopté.

M. Raulin lit le mémoire suivant :

Sur l'âge des sables de la Saintonge et du Périgord, et de plusieurs minerais de fer tertiaires de l'Aquitaine, par M. Victor Raulin.

Dans un mémoire lu à la séance du 19 mars 1849, M. Coquand, pages 355 à 365 du *Bulletin*, s'est élevé contre plusieurs

des opinions que j'ai émises dans mon *Nouvel essai d'une classification des terrains tertiaires de l'Aquitaine*. Cet essai n'étant en quelque sorte que le prodrome d'un travail plus étendu que je me propose de donner par la suite sur le bassin tertiaire du S.-O. de la France, j'avais dû me borner à signaler, en les étayant de quelques preuves seulement, les résultats auxquels m'avaient conduit mes premières études sur ce pays. Aujourd'hui qu'une partie de ce que j'ai avancé est attaquée à l'aide de faits de détails, je vais le défendre en tirant parti le plus souvent de ceux que mes notes de voyages me fournissent.

1° M. Coquand persiste à rapporter, avec M. Dufrénoy, les gypses de Sainte-Sabine, près de Beaumont, et les calcaires d'eau douce de ce bourg, ainsi que ceux de Moissac, à l'étage tertiaire moyen. Si M. Coquand voulait, en partant de ces deux localités, suivre en aval la vallée de la Dordogne ou celle de la Garonne, il pourrait voir, sans aucune difficulté ni équivoque, le système calcaire inférieur de ces localités se poursuivre vers l'O. par Bergerac ou par Agen et Marmande, à Sainte-Foy et Castillon ou à Duras, Monségur, Sauveterre, etc., localités où il est recouvert par des calcaires grossiers marins, qui sont eux-mêmes le prolongement vers l'E. de ceux de Libourne ou de Saint-Macaire et de La Réole, calcaires que M. Dufrénoy range dans le terrain éocène, mais que je considère comme la base du terrain miocène.

2° Quant à l'assimilation que j'ai faite des sables du Périgord à la mollasse du Fronsadais, ce ne serait pas faire une réponse à M. Coquand que de dire qu'après avoir parcouru le pays, j'ai adopté l'opinion des géologues qui m'ont précédé dans son étude, MM. Billaudel, Dufrénoy, Drouet, Ch. Des Moulins, de Collegno, Delbos, etc. Mieux vaut lui opposer des faits pris dans les localités qu'il connaît déjà. Comme je l'ai dit : « Au N. d'une ligne allant de Blaye à Bergerac et Caus-» sade, cette assise (la mollasse) prend un facies différent; » les couches argileuses disparaissent en grande partie et les » sables presque seuls persistent; elle passe latéralement aux » *sables du Périgord* qui sont grossiers, alternent parfois » avec des argiles de même couleur et renferment les mine-» rais de fer des bords de la Lémance. » En effet, il suffit de couper sur n'importe quel point cette ligne, en cheminant perpendiculairement à sa direction pendant quelques lieues, pour voir l'ensemble des couches passer, tantôt par gradations insensibles, tantôt assez brusquement, d'un facies à l'autre, et

cela sans que les coteaux qui en sont constitués éprouvent de variations notables, soit dans leurs formes, soit dans leur altitude, et sans que le dépôt cesse de reposer sur la craie.

Il me serait très facile de donner une dizaine de coupes, établissant toutes le passage latéral des *sables du Périgord* à la *mollasse du Fronsadais;* mais, pour ne pas trop allonger cette note, je me bornerai aux trois exemples suivants, pris sur toute la longueur de la ligne, entre Blaye et Cahors, la grande route d'Angoulême à Bordeaux, le grand chemin de Thénon à Bergerac et la route de Cahors à Tournon. Mes descriptions seront mises en rapport avec la carte de Cassini.

Route d'Angoulême à Bordeaux. — Sur le plateau d'Orignolles, au S.-E. de Montlieu, la craie jaunâtre présente à sa surface, soit des monticules d'argiles rouges et grises et de sables grossiers rougeâtres avec de gros blocs de grès exploités, soit des dépressions avec des amas d'argile grise et des blocs de poudingue quartzeux jaune rougeâtre, à ciment ferrugineux. Sur la grande route, des sables grossiers rougeâtres se voient avant Pinau, et au sommet du monticule on exploite des grès dans des sables rougeâtres. Après la poste de Chierzac, le plateau est une lande, très étendue à l'O., de sables jaunes à cailloux avellanaires de quartz, et il y a des poudingues quartzeux à petits cailloux. La montée de l'ancienne poste de Pierre-Brune laisse voir des argiles grises à gros grains de quartz, et, en descendant aux Plassotes, des marnes vertes sont tirées çà et là, sur 2 à 3 mètres, pour amender les terres. A Mortiers, les argiles vertes et jaunes sont employées pour la tuilerie. A partir de ce point le pays change d'aspect, les vallons deviennent plus profonds et les coteaux formés de marnes sont cultivés. En remontant, après Cavignac, on voit une argile sableuse bleu verdâtre, qui est aussi exploitée sur 3 ou 4 mètres pour une tuilerie près de Ballet. Jusqu'au delà de Saint-Antoine la route traverse un plateau un peu bas, humide, de mollasse recouverte d'argiles sableuses jaunes, et dominé à l'E. par le coteau d'Espessas et de Saillignac, formé par le calcaire grossier de Bourg. De Saint-Antoine le sol, qui s'élève un peu jusqu'à la jonction de la route de Blaye, est une lande de sable blanchâtre très humide, qui s'abaisse ensuite à Saint-André-de-Cubzac. Si de ce bourg on va à l'O., sur la côte de Montalon, qui est plus élevée que la jonction des routes, on voit d'abord des alternances de mollasses et d'argiles vertes, puis des calcaires gros-

siers stratifiés, tendres inférieurement et durs supérieurement, sur 3 ou 4 mètres, avec parties concrétionnées, qu'il est impossible de ne pas rapporter à celui de Saint-Macaire. Au sommet enfin se trouvent, sur 3 ou 4 mètres, les sables argileux rouges, à cailloux de quartz, du diluvium de la Garonne. — Dans cette coupe les sables de la Saintonge se transforment donc graduellement en une mollasse inférieure, comme celle du Fronsadais, au calcaire grossier de Saint-Macaire.

Grand chemin de Thenon à Bergerac. — La craie, qui est fort élevée dans la haute crête de La Galabardie, où passe la route de Périgueux à Sarlat, s'abaisse en pente douce jusqu'à Bergerac, où elle est fort peu au-dessous du niveau de la Dordogne : elle apparaît au-dessous du terrain tertiaire dans tous les vallons et sur les bas plateaux que traverse le grand chemin. La crête de La Galabardie est formée par des sables rouges argileux qui ont une assez grande épaisseur, et qui, sur les pentes, offrent à leur surface de gros silex blonds, non roulés, de la craie. (Aux Landettes, à 5 kilomètres au S., sur la route de Sarlat, on tire pour une tuilerie des argiles rouges et blanches qui en dépendent, et il y a aussi de beaux sables jaunes, gris et blancs.) En descendant au vallon de La Jarte les sables jaunes en renferment d'autres argileux, jaunâtres et blanchâtres, ainsi que des grès grossiers ferrugineux. Dans le vallon de Vern aussi, il y a dans le fond des sables argileux rouges, très ferrugineux par places. En remontant de Cendrieux on voit les mêmes sables argileux jaunes, rougeâtres, blancs ou grisâtres, qui, au signal des ingénieurs géographes, sont couronnés par des meulières cariées, bleuâtres à l'intérieur, rougeâtres à la surface, que l'on retire en abondance des fossés des bois, et qui sont bien certainement en place. En redescendant à Dazat on retombe sur des argiles sableuses jaunes, rouges, violettes ou blanches, qui reposent sans intermédiaire sur la craie. De Louiller à Saint-Laurent-des-Bâtons le plateau de craie jaune présente une dépression remplie de sables argileux rouges, roses et violets qui ont plus de 10 mètres d'épaisseur. Une autre dépression, située à l'O. de la colline de Peyrouse, présente de nombreux blocs demi-métriques de grès ferrugineux concrétionné, tantôt à grains fins, tantôt très chargé de fer hydroxydé, et avec des cavités tapissées de cristaux de quartz dans le centre des blocs ; la colline elle-même est formée par des sables jaunes. De La Pouteille on passe sur des sables rouges jusqu'au Sorbier, où il y a sur la

craie des argiles sableuses rouges et blanches. La crête de Lartigue est de sables, quelquefois rouges, et en descendant à Lamonzie-Montastruc, on voit ces mêmes sables, rougeâtres à la surface, renfermer un grand nombre de blocs de grès blanc ou grisâtre, donnant du gros et du petit pavé. Après avoir suivi, au milieu de la craie, la vallée du Coudou jusqu'à la route de Périgueux, on trouve sur celle-ci, en sortant de Lembras, de grandes poches de sable argileux blanc ou rougeâtre. Devant Corbiac, là où la vallée se resserre beaucoup, il y a une immense poche de sables argileux, grisâtres à la partie inférieure, renfermant des rognons considérables de grès, tantôt fins, tendres, à débris de végétaux, tantôt grossiers, durs, légèrement brunâtres, exploités pour le pavage; la partie supérieure est formée par des sables grossiers rougeâtres. La craie apparaît encore, mais pour faire place de suite aux sables avec grès, qui sont exploités dans les coteaux de Dessus-de-Fonbonne. Sous Bergerac enfin, la berge de la Dordogne, de 8 à 10 mètres d'élévation, est formée de couches irrégulières de mollasses grossières, verdâtres, semblables à celles qui se trouvent sous les calcaires d'eau douce dans les coteaux qui bordent la vallée au S. — Dans cette coupe, les sables à grès ferrugineux du Périgord passent fort rapidement aux grès de Bergerac, dont personne ne conteste la position au-dessous du calcaire d'eau douce blanc du Périgord.

Route de Cahors à Tournon. — De Cahors on monte sur le plateau de La Capelle et de Trespoux, formé par le terrain jurassique supérieur à *Exogira virgula*, *Pholadomya acuticosta*, *Trigonia*, etc., qui porte encore La Roque et Bournaguet; mais, à la maison dite La Gentillade, il y a une dépression remplie sur 10 mètres d'argiles rouges, à parties dures, vertes et rouges. A 1 kilomètre de là, en montant devant La Borde-Rouge, on trouve les argiles rouges qui ont 5-6 mètres, et par-dessus un calcaire d'eau douce mal stratifié, dur, rose, ayant 5 mètres, puis des calcaires marneux verdâtres sur 15 à 20 mètres, et enfin des marnes vertes sur le plateau devant Coulombiè. En descendant peu après sous Les Salles, il y a sur au moins 15 mètres d'épaisseur de grosses masses de calcaire d'eau douce à grains de quartz, et plus bas on retrouve les argiles rouges par places. La plaine qui suit est formée par ces mêmes calcaires devenant irrégulièrement argileux, verdâtres ou roses et blancs autour du Sauzet. Mais les collines de Villesèque qui

s'élèvent par-dessus sont de marnes verdâtres avec des couches de calcaire marneux blanchâtre à la partie supérieure; il en est de même de la butte de Bartillou, de la longue crête au N.-E. de Bagat, et de la colline du Poujol. Dans celle de Bovilla, composée de même, il y a des bancs calcaires assez durs au sommet. De là à Saint-Mâtre et Tournon, les calcaires d'eau douce inférieurs cessent, les marnes passent à des mollasses fines d'abord, grossières ensuite, qui augmentent graduellement d'épaisseur, ainsi que les calcaires d'eau douce qui les surmontent. — Dans cette coupe, les argiles rouges du bas Quercy s'associent d'abord à des calcaires d'eau douce, passent à des marnes, puis à des mollasses placées sous des calcaires d'eau douce; et dans cette localité, les deux assises ne sauraient être rapportées qu'à la *mollasse du Fronsadais* et au *calcaire d'eau douce blanc du Périgord.*

3° M. Coquand place dans les terrains tertiaires supérieurs les sables, les galets siliceux et les argiles rouges de la Saintonge, qui forment la grande bande qui s'étend de Talmont jusqu'à Saint-André-de-Cubzac, ainsi que ceux qui existent sur la rive gauche de la Garonne dans la Lomagne et le Médoc, et il croit établir l'identité et le synchronisme de ces dépôts. Je persiste à soutenir, et je vais démontrer maintenant, que dans cette partie de l'Aquitaine il y a des dépôts d'argiles, de sables et de cailloux d'âges fort différents, quoique minéralogiquement identiques.

Les sables de Royan, que l'on rapporte au terrain à Nummulites, sont grossiers, jaune verdâtre, renferment de petits cailloux de quartz, et ont par places la plus grande ressemblance avec ceux de la Saintonge et du Périgord.

Il y a des dépôts entièrement semblables, qui sont incontestablement parallèles au calcaire grossier éocène. A Blaye déjà, les bancs inférieurs du calcaire renferment des cailloux pisaires de quartz; lorsqu'on se dirige vers Saint-Ciers-Lalande, le calcaire grossier devient un poudingue à cailloux de quartz avellanaires, réunis par un ciment de calcaire grossier coquillier. Sur la route de La Rochelle, aux perrières (carrières) de Jollet, on voit un calcaire grossier tout semblable, reposant sur des couches argileuses et sableuses vertes et rouges, renfermant des cailloux et de grandes huîtres. En avançant jusqu'à Pontet, à 1 kilomètre plus au N., on voit les couches du calcaire grossier diminuer graduellement d'épaisseur et venir mourir dans les

sables, les argiles et les cailloux qui se continuent sans la moindre interruption avec ceux de Mirambeau et de toute la Saintonge, que M. Coquand veut rapporter au terrain pliocène, mais qu'à juste raison, je crois, on doit rattacher au terrain éocène.

En allant de Saint-André-de-Cubzac à Montlieu, sur la grande route de Bordeaux à Paris, on voit au sommet de la route, à 2 kilomètres du premier bourg, la mollasse du Fronsadais, inférieure au calcaire grossier de Saint-Macaire, renfermer de nombreux cailloux nuçaires de quartz. Plus loin, près de Chierzac, les tranchées de la route montrent des alternances de mollasse et de poudingues, possédant encore la teinte verte des mollasses; ce n'est qu'en se rapprochant de Montlieu que les sables à cailloux prennent décidément la teinte rouge et passent ainsi aux *sables du Périgord*. Nul doute pour moi, comme pour MM. Dufrénoy, Delbos, etc., que ces dépôts à cailloux ne fassent partie de la mollasse.

De Blaye à La Réole, par Saint-André-de-Cubzac et Créon, au sommet des coteaux et sur leurs pentes, il y a, jusqu'à une distance de la vallée qui dépasse 1 à 2 myriamètres, un dépôt qui repose transgressivement sur presque toutes les assises tertiaires. Ce dépôt a été généralement considéré comme le représentant du sable des Landes, et on l'a désigné sous le nom de sable de l'Entre-deux-mers; mais comme il se représente sur la rive opposée de la vallée de la Garonne avec les mêmes caractères, au-dessus du sable des Landes, dont il se sépare aussi nettement que des autres assises tertiaires, je n'ai pas cru pouvoir le rapporter à autre chose qu'au diluvium.

De ce que je viens d'exposer, il me semble résulter incontestablement que, dans ce que M. Coquand appelle sables tertiaires supérieurs de la Saintonge, il y a (exception faite des sables de Royan) trois assises d'argiles et de cailloux, parfaitement distinctes par leur position géologique, quoique fort analogues par leurs caractères minéralogiques. Ces derniers suffisent-ils pour qu'on englobe tous ces sables dans la même assise? Peu de géologues bien certainement se prononceront pour l'affirmative.

4° Quant à la position des minerais de fer du Périgord, par rapport à la mollasse du Fronsadais, c'est dans les environs de Tournon, explorés cependant avec tant de soin par M. Coquand, que j'ai vu l'un des plus beaux exemples de superposition, celui qui a achevé de me déterminer à adopter l'opinion des géologues

cités précédemment. D'une part, Tournon est sur la mollasse friable, prolongement vers l'E. de celle du Fronsadais, qui repose directement sur le terrain jurassique bouleversé, et qui est recouverte par le calcaire d'eau douce dont j'ai parlé ci-dessus et que j'ai dit être au-dessous du calcaire grossier de Saint-Macaire, La Réole, etc. D'autre part, les coteaux de la rive droite de la vallée du Lot, autour de Libos, sont formés par les sables grossiers rouges du Périgord, qui, à peu de distance, renferment les minerais de fer des bords de la Lémance. La route qui conduit de l'un de ces deux bourgs à l'autre montre parfaitement la relation de ces deux systèmes de roches; en partant de Libos on passe d'abord dans la plaine diluvienne, puis on monte jusque vers La Teule sur la pente du coteau formée par le terrain jurassique en couches diversement inclinées. En redescendant de quelques mètres, à partir de cette ferme, on voit par-dessus, sur 2 à 3 mètres, des argiles rouges et blanches, passant par places à des sables rouges qui renferment des rognons de grès grossier ferrugineux et de fer hydroxydé arénifère. Par-dessus, en remontant, on voit sur 15 mètres une mollasse verdâtre, un peu solide par places, qui est la partie inférieure de celle qui forme les deux hautes collines de Najejouls et de Puycalvary. En descendant au ruisseau qui est au N. de Tournon et en remontant à ce bourg, on n'aperçoit plus trace de sable ferrugineux et la mollasse repose directement sur le terrain jurassique. — A Tournon il y a donc, sur la rive gauche du Lot, à la base de la mollasse éocène du Fronsadais, des argiles et des sables grossiers ferrugineux, absolument semblables à ceux qui sont en regard sur la rive droite. Pour ma part, je n'ai trouvé et je ne trouve encore aucun motif qui puisse empêcher de les croire contemporains.

Ce qui existe sur la route de Libos à Tournon confirme ce qui est exprimé graphiquement par M. Drouot pour Paulhiac et Fumel dans ses coupes 4 et 5 (1). Et à ce sujet je ne sais sous l'empire de quelle préoccupation M. Coquand a encore lu le mémoire de M. Delbos, et écrit que « les coupes nombreuses » citées par MM. Dufrénoy et Delbos, et récemment par » M. Raulin, dans tout le bassin de l'Aquitaine, n'ont jamais » établi le recouvrement des dépôts (ferrifères) qui nous occu- » pent par des couches plus récentes et subordonnées. » M. Del-

(1) *Annales des mines*, 3e série, t. XIII, pl. I. 1838.

bos établit précisément le contraire en deux endroits de son mémoire (1) tant en reproduisant la coupe si concluante de Beaumont donnée par M. d'Archiac (2), qu'en donnant plusieurs coupes prises à Lanquais par M. Des Moulins.

Relativement aux « couches d'argile jaunâtre mélangée de » nodules ou de grenailles de minerais de fer terreux, composé » de couches concentriques », observées dans les bois de Mouchan par M. Dufrénoy, et rapportées par lui au terrain tertiaire supérieur, je n'ai nullement hésité non plus à les ranger dans ce même étage, après avoir vu dans les environs de ce village d'autres dépôts analogues reposer sur des calcaires d'eau douce jaunâtres, entièrement semblables à ceux d'Auch, dont ils sont le prolongement; il en a été de même pour les dépôts avec quelques lits ferrifères des environs de Lembèye dans le Béarn. Il y a enfin dans le sable des Landes des rognons ferrugineux à la montée de la route de Mont-de-Marsan à Saint-Sever; le minerai de fer y est exploité incontestablement dans bon nombre de localités, sur les bords du bassin d'Arcachon, à Sabres, etc. Le sable des Landes ne peut guère être classé ailleurs que dans le terrain pliocène, puisqu'il est supérieur aux faluns et aux calcaires d'eau douce les plus récents de l'Aquitaine.

Dans le S.-O. de la France les minerais qui proviennent des divers étages ont chacun des propriétés particulières bien tranchées, qui ne permettent pas de les confondre entre eux. Ceux de l'étage supérieur, dans les Landes, donnent un fer tellement cassant, que les maîtres de forges, malgré la distance, n'hésitent nullement, pour améliorer leurs produits, à faire venir du minerai du Périgord, qui lui au contraire donne un fer de très bonne qualité.

Enfin les dépôts caillouteux des coteaux qui bordent la vallée de la Garonne renferment aussi des poudingues ferrugineux, principalement sur la rive droite, dans l'Entre-deux-mers, entre La Réole et Bordeaux. Comme ces dépôts, d'une part, reposent transgressivement sur tous les dépôt tertiaires, même sur le sable des Landes, et, d'autre part, s'écartent peu de la vallée de la Garonne, je ne crois pas qu'on puisse les rapporter à autre chose qu'au diluvium. Les argiles ferrugineuses signa-

(1) *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. II, p. 255 et 289. 1847.

(2) *Ann. des sc. géol*, t. II, p. 129. 1843.

lées par M. Jouannet à Terre-Nègre, près Bordeaux, se rapportent à cette même division.

Quant au nom d'*alios*, il est donné, dans les Landes, aux roches solides assez souvent ferrugineuses qui sont voisines de la surface; tantôt ces roches dépendent du sable des Landes; tantôt, au contraire, elles appartiennent incontestablement au diluvium.

Dans le bassin tertiaire de l'Aquitaine, il y a pour moi, comme on voit, des dépôts ferrugineux appartenant à plusieurs étages bien distincts, absolument comme dans le bassin de Paris où il y en a dans l'argile plastique, le grès de Beauchamp, le grès de Fontainebleau et le terrain d'eau douce supérieur. Ce sont : 1° ceux de Tournon qui forment la base de la mollasse éocène du Fronsadais et auxquels il me semble impossible de ne pas rapporter ceux des bords de la Lémance, dans le Périgord; 2° ceux des Landes qui appartiennent très probablement au terrain pliocène et auxquels on doit rattacher ceux de Mouchan et de Lembèye; 3° enfin les poudingues ferrugineux de l'Entre-deux-mers qui sont postérieurs et que je range dans le diluvium.

Les gîtes ferrifères de l'Aquitaine ne peuvent donc se rapporter à un étage unique, indépendant des étages tertiaires inférieur et moyen, le terrain pliocène. La superposition démontre qu'il y en a de plusieurs époques, les uns éocènes, d'autres pliocènes et d'autres diluviens; l'uniformité de caractères minéralogiques ne peut servir de point de départ pour leur identification et leur classification; peu de géologues du moins seraient disposés à partager cette manière de voir. Quant à moi, qui admets sans difficulté que des causes semblables ont pu produire des effets semblables à diverses reprises, il m'est impossible de partager les opinions exclusives de M. Coquand.

M. Coquand, en parlant de la distribution de son terrain ferrifère unique, cite deux phrases de mon *Essai*, pour les critiquer ensuite. La première se rapporte bien à l'étendue superficielle des différentes assises, mais il s'est complétement mépris sur le sens de la seconde, qui a seulement trait au mode de formation du sable des Landes, ce qui est fort différent. Nulle difficulté dans la distribution géographique des assises ne m'a embarrassé, comme M. Coquand le suppose par suite de sa méprise. Pour moi, dans la partie septentrionale du bassin de l'Aquitaine, comme dans d'autres bassins géologiques, à mesure que dans la série des temps les dépôts s'accumulaient sur

le fond et sur les bords du bassin, les eaux se retiraient graduellement vers la partie centrale, et l'étendue du bassin diminuait.

Quant à considérer les dépôts ferrifères comme dépendant d'une nappe originaire unique dont ils ne seraient plus que des lambeaux, des témoins, je ne sais ni à quel âge se rapportent ceux qui, dans les régions du plateau central, atteignent jusqu'à 700 mètres d'altitude, ni s'ils n'ont pas été déposés dans des petits bassins isolés, analogues à ceux qu'on retrouve sur divers points de l'Auvergne, autour de la Limagne. Le dépôt caillouteux de La Plume, qui est à 218 mètres, n'est autre chose, pour moi, que le diluvium de la vallée de la Garonne. Quant aux sables des Landes, je ne sais ce que M. Coquand veut dire lorsqu'il leur attribue une hauteur moyenne de 20 mètres; cette assise forme le long de la côte de l'Atlantique, derrière les dunes, une nappe élevée de quelques mètres seulement au-dessus de la mer, mais qui va en se relevant graduellement à l'E. vers l'intérieur du bassin; à Mont-de-Marsan elle atteint 90 mètres; à Gondrin elle est à 183 mètres; et les dépôts qui la continuent vers le S.-E. atteignent 260 mètres dans les environs d'Auch, et plus de 800 mètres au S. de Lannemezan, au point où la Neste quitte la chaîne des Pyrénées pour entrer dans l'Aquitaine.

5° M. Coquand termine enfin en abordant la question paléontologique. Il commence par trouver que les lignites et les ossements de mammifères et de Tortues d'eau douce, qui existent dans les dépôts de La Grave, complètent la ressemblance qu'il a signalée avec les alluvions anciennes de la Bresse; afin de mettre chacun à même d'en juger, il aurait bien dû dire que ces mammifères déterminés, successivement par M. Billaudel, il y a déjà plus de vingt ans, et par M. de Blainville, il y a quelques années à peine, ne sont autres que les *Palæotherium magnum, medium, crassum* et *minus* du gypse éocène de Paris. Puis pour compléter, dit-il, l'histoire de son terrain ferrifère, M. Coquand ajoute à la précédente faune celle à *Elephas primigenius* du dépôt superficiel de Soute, près de Pons (Charente), et celle des sables supérieurs à *Dinotherium giganteum* de Sansan, Simorre, Alan et Moncaup dans l'Armagnac. Et ce sont ces faunes que M. Coquand proclame identiques! Et c'est après avoir fait un pareil amalgame qu'il vient m'accuser d'avoir reproduit, « pour le bassin de la Gironde et par rapport aux sables et cailloux ferrifères, la même confusion

» qui pendant longtemps avait porté le plus grand nombre des » géologues à ne voir dans les cailloux de la Bresse que le pro- » duit des alluvions anciennes, mais postérieures aux terrains » tertiaires ! »

J'ai l'intime conviction qu'à part lui, il ne se trouvera pas un géologue, pas un paléontologiste, disposé à identifier ces différents dépôts, et à croire que les *Palæotherium* du gypse de Paris, les *Dinotherium* d'Orléans et l'*Elephas primigenius* du diluvium, ont vécu simultanément dans la période pliocène. Tous au contraire s'accorderont certainement pour admettre que lorsque les *Dinotherium* vivaient, les *Palæotherium* de Paris n'existaient plus, et l'*Elephas primigenius* n'avait pas encore fait son apparition, et pour repousser, par conséquent, la classification toute systématique de M. Coquand. Ils n'ont pas encore oublié qu'il disait lui-même en janvier 1848 que l'on éviterait la confusion dans les classifications de terrains « en se » laissant guider, non point par un caractère minéralogique, » commun à plusieurs choses distinctes, mais bien par les ca- » ractères de superposition et paléontologiques. » Ils préféreront croire que les mêmes causes destructives, agissant sur les mêmes roches à diverses reprises, ont pu produire des sables, des graviers et des cailloux semblables à plusieurs époques successives; et ils réputeront contraires à la vérité les alinéas 1, 2 et 4 du *Résumé* de M. Coquand.

Le secrétaire donne lecture de la note suivante, qui lui a été adressée par M. Lory, chargé du cours de géologie à la Faculté des sciences de Besançon.

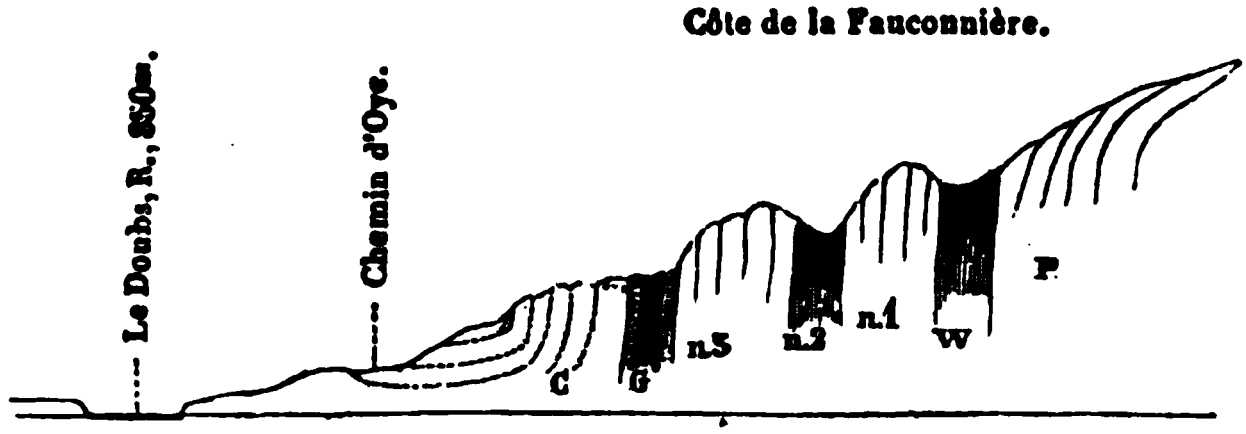
Note sur la présence et les caractères de la craie dans le Jura, par M. Ch. Lory.

Quelques uns des fossiles qui caractérisent, en Champagne et en Normandie, les assises inférieures de la craie ont été rencontrés, il y a déjà plusieurs années, au pied du versant helvétique du Jura, près de Neuchâtel et de la perte du Rhône. Ils se trouvent dans un calcaire blanchâtre, crayeux, dont les caractères minéralogiques sont ceux de la craie inférieure ou moyenne de l'Aube, et qui évidemment appartient à la même formation. Cependant je ne connais aucune publication qui ait eu pour but de préciser les caractères de ce terrain et la manière

dont il a été affecté par les soulèvements jurassiques; j'ignorais même l'existence de ces lambeaux de craie au pied de l'autre versant du Jura, lorsque j'eus l'occasion de constater l'existence de la même formation, parfaitement développée, dans une des vallées les plus hautes du Jura français, celle dont le centre est occupé par le lac de Saint-Point.

A 6 kilomètres de Pontarlier, un peu au-dessous du village d'Oye, la vallée du Doubs (850 mètres au-dessus du niveau de la mer) présente, sur la rive gauche, la disposition suivante :

Les couches jurassiques qui forment la voûte du Larmont plongent verticalement à peu près vers le S.-S.-E.; avec elles se trouvent redressés, sans aucune discordance, le terrain wealdien (1), les diverses assises du terrain néocomien, le gault et enfin la craie, dont les couches redeviennent plus bas à peu près horizontales, dans le fond de la vallée et sous le village d'Oye lui-même. La figure ci-jointe montre la disposition affectée par ces diverses formations.



P, couches jurassiques supérieures, formant la voûte du Larmont; elles se terminent par l'assise portlandienne bien caractérisée, sur laquelle repose toujours la série des terrains crétacés.

W, étage wealdien.

n^1 calcaires néocomiens inférieurs.

n^2, marnes bleues néocomiennes, ou marnes d'Hauterive.

n^3, calcaires néocomiens supérieurs.

G, gault, composé de trois assises, deux de grès vert, chacune de $1^m,5$ environ, séparées par une assise de marne bleue plastique de 8 mètres. Les deux couches de grès renferment les fossiles caractéristiques bien connus dans le gault de l'E. de la

(1) L'existence et les caractères de cette formation seront établis dans un mémoire que je communiquerai prochainement à la Société.

France, par exemple, les *Ammonites mamillaris*, Schlot., *Lyelli*, Leym., *Milletianus*, d'Orb., l'*Inoceramus concentricus*, *Avellana incrassata*, d'Orb., etc. La marne bleue est beaucoup moins riche en fossiles; on y trouve particulièrement des débris de Crustacés.

C, craie d'un blanc grisâtre, marneuse et verdâtre à sa base, contenant les fossiles caractéristiques de la craie inférieure et moyenne de Rouen et de l'Aube. Ses couches, parfaitement nettes, sont verticales comme celles de toutes les formations précédentes; mais elles se recourbent vers le bas de la côte, de manière à devenir presque horizontales au fond de la vallée. L'ensemble de celles que l'on peut étudier ici présente une puissance d'au moins 50 mètres.

C'est d'abord, sur 10 mètres environ d'épaisseur, une craie marneuse, d'un gris verdâtre, tendre, ne contenant qu'un assez petit nombre de fossiles, en particulier l'*Ammonites Rothomagensis*, Defr.? puis, 6 à 7 mètres d'une craie dure, jaunâtre, un peu ferrugineuse, avec un grand nombre d'Inocérames, qui paraissent se rapporter à l'*I. cuneiformis*, d'Orb.? Cette espèce, du reste, est répandue dans toute l'épaisseur de la formation. Une nouvelle assise de craie grise, marneuse, de plusieurs mètres d'épaisseur, vient ensuite et passe enfin à une craie plus pure, plus consistante, d'un blanc grisâtre, qui conserve son aspect sur une puissance d'environ 30 mètres.

C'est dans cette assise supérieure que les fossiles sont le plus variés : outre les Inocérames qui continuent à y abonder, on y rencontre spécialement les espèces suivantes : *Turrilites costatus*, Lamk.; *Ammonites varians*, Sow.; *A. Mantelli*, Sow., var. *Gentoni*, Brongn.; *Pleurotomaria formosa*, Leym.; une Huître indéterminée, des Échinodermes dont je n'ai que de mauvais exemplaires et dont un seul est déterminable, le *Holaster subglobosus*, Ag. Ces espèces sont précisément, comme l'on voit, celles qui caractérisent les assises inférieures et moyennes de la craie dans le département de l'Aube et en Normandie.

Les caractères pétrographiques de la craie du Jura sont aussi ceux que M. Leymerie assigne à la craie de Champagne. On n'y trouve pas de silex, mais une grande abondance de concrétions ferrugineuses, à texture radiée, sous forme de boules ou de cylindres mamelonnés ou hérissés à l'extérieur. Ces concrétions sont sans doute pyriteuses dans leur état primitif; mais

il est assez rare de les rencontrer telles; dans presque toutes le sulfure de fer a été remplacé par du peroxyde hydraté.

En partant de la localité que nous venons de décrire, on peut suivre la craie en remontant le Doubs jusqu'au lac de Saint-Point; elle forme la berge occidentale de ce lac aux villages des Grangettes et de Saint-Point, où l'on peut constater, de même qu'à Oye, sa superposition au gault et au terrain néocomien; l'inclinaison des couches y est seulement beaucoup moins forte; mais il y a toujours une concordance entre toutes les formations, depuis le terrain jurassique jusqu'à la craie inclusivement.

La vallée de Saint-Point est la première vallée du haut Jura où j'aie rencontré la craie, et je crois pouvoir affirmer que cette formation ne peut être retrouvée que sur un très petit nombre de points du Jura. Toutefois il en reste encore des traces dans le val de Morteau, comme me l'ont démontré quelques fossiles recueillis par M. Chopard, entre autres des Inocérames et le *Turrilites costatus*. D'un autre côté, on peut l'observer avec tout son développement sur des points déjà plus rapprochés du bassin de Paris, dans la vallée de l'Ognon, sur la limite des départements du Doubs et de la Haute-Saône.

J'ai constaté, en effet, dans cette vallée, l'existence de deux massifs crétacés assez étendus, l'un au village de Montcley, l'autre entre Auxon et Voray. Les caractères de la craie, sa puissance, sa superposition au gault et sa concordance avec les terrains néocomien et jurassique subsistent dans ces localités tels qu'ils sont dans le val de Saint-Point. A Montcley et à Auxon la craie se rencontre au pied d'une faille, en contact dans la première localité avec l'étage corallien, dans la seconde avec la partie moyenne de l'oolithe inférieure; et, comme cela arrive ordinairement dans le Jura pour les couches qui forment le pied d'une faille, la craie a éprouvé sur ces deux points des bouleversements fort compliqués; les couches y sont beaucoup plus brisées qu'elles ne l'ont été à Oye par le mouvement qui les a redressées jusqu'à la verticale.

La craie de la vallée de l'Ognon présente le même facies et les mêmes fossiles que celle du val de Saint-Point : l'*Inoceramus cuneiformis*, d'Orb.? est toujours l'espèce la plus abondante. Outre la plupart des fossiles cités à Oye, j'ai trouvé encore à Montcley le *Scaphites æqualis*, Sow., vers la partie inférieure de l'étage, et un *Spondylus*, à la partie supérieure, dans des

couches qui probablement n'existent plus à Oye et à Saint-Point.

Enfin, dans la vallée basse du Doubs, M. Pidancet vient de constater, à ma prière, l'existence d'un petit lambeau de craie, au-dessus du gault de Rozet, près des célèbres grottes d'Osselles.

On voit donc en résumé :

1° Que sur les deux flancs du Jura (vallées basses de l'Ognon et du Doubs, environs de Neuchâtel), et aussi dans ses plus hautes régions (vallées de Saint-Point et de Morteau), on retrouve les assises inférieures et moyennes de la craie avec des caractères tout pareils à ceux qu'elles ont dans le département de l'Aube ;

2° Que sur les différents points où elle se rencontre, la craie du Jura a participé aux mêmes mouvements que le gault et le terrain néocomien, qui eux-mêmes sont toujours en stratification sensiblement concordante avec le terrain jurassique.

A cet égard, je dois faire remarquer que sur les divers points où j'ai observé la craie, toujours fortement bouleversée, les directions des accidents qui l'ont affectée se rapportent à quelques uns des derniers systèmes de soulèvements : ainsi les deux failles de Montcley et d'Auxon ont une direction de l'O.-S.-O. à l'E.-N.-E., à peu près parallèle aux Alpes orientales ; c'est aussi suivant cette direction que les couches de la craie sont redressées verticalement à Oye. A Saint-Point, au contraire, elles se relèvent sur le flanc d'une chaîne qui court vers le N. 28° E., et se rapporterait par conséquent au système des Alpes occidentales.

D'après l'identité de leurs caractères et de leurs fossiles, la craie du Jura et celle de l'Aube appartiennent très probablement à une même formation, déposée dans un même bassin; c'est une formation marine, de facies subpélagique, succédant à la formation fluvio-marine du gault ; elle indique un approfondissement général de la mer, une grande uniformité dans les conditions du dépôt et dans les circonstances biologiques, sur des points où il n'en était pas de même aux époques précédentes. Ainsi, le gault de la Haute-Saône et du Doubs diffère notablement de celui de la perte du Rhône ou du val de Travers ; le terrain néocomien de la Champagne, celui de la Haute-Saône et de la partie basse du Doubs, celui de Neuchâtel et du haut Jura, ont chacun leur facies particulier et ont été déposés dans

des eaux de profondeurs très différentes : le dépôt de la craie conserve uniformément les mêmes caractères dans toutes ces régions. Cette considération vient à l'appui d'une opinion que nous avons formulée déjà, M. Pidancet et moi, et que nous essaierons prochainement de mettre dans tout son jour : à savoir, que la configuration et le relief actuel du Jura dépendent presque entièrement de révolutions postérieures au dépôt des formations crétacées que l'on y rencontre, et qui ne sont jamais en discordance sensible de stratification avec le terrain jurassique.

M. Raulin fait remarquer que les faits annoncés par M. Lory ne prouvent point que la craie du Jura et celle de l'Aube aient été déposées dans le même bassin.

Séance du 24 septembre 1849.

M. Hébert, secrétaire, rend compte, dans les termes suivants, de la course du jour :

La Société s'est proposé, dans sa première excursion, de vérifier si les *sables moyens*, autrement dits de *Beauchamps*, sont représentés aux environs d'Épernay, et de visiter les gisements de calcaire lacustre et de sable blanc de Rilly, récemment signalés dans la vallée de Romery (1). Elle a eu occasion de parcourir à plusieurs reprises les divers termes de la série tertiaire inférieure; aussi, pour mettre de l'ordre dans cet exposé et éviter les répétitions, suivrai-je chacun de ces termes dans les diverses localités où nous avons pu en faire l'étude aujourd'hui.

1° *Sables de Fontainebleau.* — Le sol des parties les plus élevées de la contrée est formé par le calcaire lacustre de la Brie, recouvert vers les sommités par quelques vestiges des sables de Fontainebleau.

2° *Calcaire et marnes lacustres de la Brie.* — Le calcaire lacustre de la Brie, avec les marnes qui l'accompagnent, constitue une assise très épaisse relativement aux autres assises ter-

(1) *Bull.*, 2e sér., t. V, p. 402, pl. V, fig. 6 et 7.

tiaires de la contrée, puisqu'elle m'a paru avoir au moins 30 mètres à Fleury-la-Rivière, dans le ravin de Montorgueil, et à Nanteuil-la-Foire. Dans ces deux points la composition de cette assise est la suivante, en allant de haut en bas :

	Mètres.
1° Meulières de Brie, en fragments, au milieu d'argiles bigarrées, environ.	6
2° Argile blanc jaunâtre, bigarrée.	3
3° Argiles avec bancs calcaires intercalés, remplis de Lymnées, Planorbes, etc.	12
4° Marnes grises et vertes.	5
5° Calcaire tendre, blanc ou grisâtre.	4
Total.	30

Cette assise atteint, au S. de Damery, l'altitude de 240 mètres environ, et au N. l'altitude de 260 mètres ; elle repose immédiatement sur le calcaire grossier.

3° *Calcaire grossier.* — Dans toute la contrée, le calcaire grossier se trouve à l'état de sable calcaire. Une sablière ouverte dans cette assise, derrière le village de Boursault, nous a montré successivement le calcaire grossier inférieur, caractérisé par le *Cerithium giganteum ;* le calcaire grossier moyen, caractérisé par l'abondance des Miliolites et l'absence presque complète d'autres fossiles, et le calcaire grossier supérieur, recouvert par les marnes, qui accompagnent le calcaire lacustre de Brie.

Le calcaire grossier supérieur commence par une couche très riche en petites espèces. Parmi celles que nous avons recueillies on remarque les suivantes :

Corbula anatina, Lamk.
— *nitida*, Desh.
Donax nitida, Lamk.
— *Basterotina*, Desh.
Cyrena cycladiformis, Desh.
Venus scobinella, Lamk.
— *obliqua*, Desh.
— *puellata*, Desh.
Cytherea deltoidea, Desh.
Modiola sulcata, Lamk.

qui sont spéciales à cette couche, et quelques autres, comme :

Erycina elliptica, Lamk.
Lucina gibbosula, Lamk.
— *divaricata*, Lamk.
Cytherea elegans, Lamk.
Avicula trigonata, Lamk.
Parmophorus elongatus, Lamk.
Melania marginata, Lamk.
etc., etc.

que l'on rencontre aussi dans d'autres couches, mais qui, associées aux précédentes, n'en constituent pas moins un ensemble remarquable. Ce groupe d'espèces généralement assez rares se retrouve, en effet, non seulement dans plusieurs autres points de cette contrée, notamment sur le chemin de Fleury-la-Rivière à Nanteuil-la-Fosse, à peu de distance des dernières maisons de Fleury, mais encore à l'autre extrémité du bassin de Paris, à Houdan, à la ferme de l'Orme et à Grignon, exactement dans la même position qu'il occupe à Boursault.

Viennent ensuite des couches qui représentent parfaitement le calcaire à Cérites ou *banc de roche* des environs de Paris; les Cérites, en effet, y abondent et les espèces les plus remarquables, et en même temps les plus caractéristiques, sont les suivantes : *Cerithium serratum*, *echidnoides*, *marginatum*, *conoideum*, *interruptum*, *angulosum*, *hexagonum*, *labiatum*, *constrictum*, etc.

Là s'arrêtent les dépendances du calcaire grossier; le tout comporte une épaisseur de 10 mètres environ.

Le ravin de Harty, de l'autre côté de la Marne, au-dessus de Damery, montre les mêmes couches sous une épaisseur un peu plus grande; les couches inférieures y sont plus visibles. A la partie inférieure se trouve en abondance la *Crassatella tumida*, et aussi les *Echinolampas*, qui occupent un lit très mince, à la base du calcaire grossier.

Il n'est pas sans intérêt de remarquer que dans ce dépôt sableux, presque incohérent, qui représente le calcaire grossier dans le département de la Marne et qui en forme la limite orientale, la succession des fossiles est exactement et rigoureusement la même que dans les bancs solides de Gentilly et Vaugirard, savoir, à partir de la base :

1° Couche à *Echinolampas* et à *Crassatella tumida*.
2° Couche à *Cerithium giganteum*.
3° Couche à *Miliolites*.
4° Couche à *Cerithium serratum*, *angulosum*, etc.

Au-dessus de ces couches devrait se placer la couche à *Cerithium lapidum*; ce fossile, dans toute l'étendue du bassin de Paris, fournit un horizon remarquablement constant. Il manque en général aux environs d'Épernay; le seul point où nous le

connaissions est une sablière située à l'E. de Damery, sur la lisière du bois de Saint-Marc, et que la Société a visitée aujourd'hui. La couche la plus supérieure du calcaire grossier en cet endroit, celle qui est immédiatement recouverte par des marnes que l'on a constamment rapportées au calcaire de Brie qui les surmonte, contient en effet en grande quantité la variété *c*, Desh., du *Cerithium lapidum*. Le type ou le *Cerithium lapidum* à tours ronds ne s'y trouve point. Or ce *Cerithium lapidum* à tours ronds occupe dans le centre du bassin de Paris un niveau un peu supérieur à celui où l'on observe les variétés; il commence une série de couches de calcaires compactes ou celluleux, de marnes et de sables, qui ont beaucoup de caractères d'un dépôt d'eau douce, et que l'on a désignées sous le nom de *caillasses*. Toute cette série, qui est inférieure aux sables de Beauchamps, manque donc aussi bien que ces derniers sur le bord oriental du calcaire grossier.

La Société a constaté que le calcaire grossier disparaissait à peu près à la limite des territoires de Damery et de Cumières; il vient se terminer sur des sables sans fossiles et très épais, qui vont en s'élevant graduellement à mesure qu'on s'avance vers l'E. Déjà à Hautvillers, derrière le moulin, ils atteignent une altitude de 195 mètres.

Il eût été fort intéressant d'examiner la surface de contact des marnes du calcaire de Brie avec le calcaire grossier, en raison de l'intervalle assez considérable qui a dû s'écouler pendant la période à laquelle correspondent les caillasses et les sables de Beauchamps. Malheureusement il n'existe aucune coupe qui montre cette ligne de contact, et je ne sache point qu'aucun géologue ait jamais pu l'observer.

4° *Sables sans fossiles*. — La Société a reconnu dans le ravin de Damery, immédiatement au-dessous du calcaire grossier, un lit de sable quartzeux à gros grains, sans fossiles, de $0^m,50$ environ d'épaisseur, recouvrant une masse assez considérable de sable blanc, veiné de lits de marne brune ou bleue. Ces sables sont très visibles à la *Voie des vaches*, auprès du ravin de Damery, dans le vallon qui est au N. de Cumières, à Hautvillers, dans le ravin de Fleury-la-Rivière et dans beaucoup d'autres points de la contrée. Ils sont argileux et jaunâtres

à la base et renferment des troncs d'arbres silicifiés en assez grande quantité. Des lits de marnes tantôt brunes, tantôt bleues ou noires, nuancent la masse de ce sable qui, à la partie supérieure, est beaucoup plus blanc. Ils ont une épaisseur assez constante, d'environ 8 à 10 mètres; ils reposent constamment sur les argiles à lignites, mais la couche qu'ils recouvrent paraît être celle à *Cerithium variabile* et *Cyrena cuneiformis*; en sorte que les 7 ou 8 mètres de sable quartzeux, marneux à la base et contenant des Térédines à la partie supérieure, que l'on observe au mont Bernon (1), correspondent parfaitement à ces sables sans fossiles, dont la position géologique est aussi exactement la même que celle des sables du Soissonnais, caractérisés par la *Cyrena Gravesii* et la *Neritina conoidea*, Desh.

5° *Lignites*. — La Société a eu occasion de voir les lignites plusieurs fois. Ils existent entre Vauciennes et Boursault et dans la vallée de Damery sur le chemin de Fleury. Dans cette localité il n'en reste qu'un lambeau éboulé, mais très reconnaissable par la présence du *Cerithium variabile* et de la *Cyrena cuneiformis*. Ils reposent sur des sables blancs qui appartiennent aux sables de Rilly, et que l'on exploitait autrefois en cet endroit. Cette superposition, que j'ai reconnue quelques jours avant la réunion de la Société, contredit ce que j'ai énoncé dans la notice lue à la Société géologique, dans la séance du 5 juin 1848, d'après les coupes que M. Dutemple avait eu l'obligeance de me fournir. De ces coupes (*Bull.*, 2e sér., t. V, p. 402, fig. 6 et 7) il résultait que le calcaire grossier reposait directement sur les sables de Rilly; les lignites l'en séparent (2). Cette rectification ne détruit, du reste, en rien les conclusions de mon mémoire. A partir de Damery, les lignites sont exploités à chaque pas, tout le long de la lisière de la forêt, au N. d'Épernay. Ils sont, comme nous l'avons déjà dit, à la base des sables argileux sans fossiles, qui se continuent avec des caractères sensiblement constants jusqu'au-dessus d'Aï; toutefois à Champillon ils deviennent beaucoup plus argileux; ils passent même à une

(1) *Bull.*, 2e sér., t. V, p. 399.

(2) M. Drouet (*Bull.*, 1re série, t. VI, p. 297) avait déjà parfaitement établi l'existence des argiles à lignites, dans le ravin de Damery, entre le calcaire grossier et la craie.

argile schisteuse. A Ai, on retrouve au-dessus de la couche à *Cyrena cuneiformis* des couches beaucoup plus semblables à celles du mont Bernon, et entre autres la couche à *Teredina personata*, si riche en ossements de Tortues, de Crocodiles, etc.

6° *Calcaire lacustre inférieur et sable blanc.* — Le sable que l'on voit au-dessous des lignites, près de Fleury, est raviné et bouleversé, le calcaire lacustre qui devrait le recouvrir ne s'y voit point, mais à Romery (1) ces couches sont bien en place. Avant que l'on eût reconnu le sable blanc à Monchenot, c'était Romery qui en approvisionnait les verreries. Cette ancienne exploitation se trouve à un demi-kilomètre du village, près du chemin du hameau de Raday. Au-dessus du sable blanc se voit le calcaire lacustre, avec *Physa gigantea*, *Paludina aspersa* et tous les autres fossiles observés à Rilly.

J'ajouterai, en terminant, une observation que j'ai eu l'occasion de faire il y a deux jours au N.-O. de Cumières. La craie s'élève à 165 mètres au moins; elle est ravinée jusque dans ses couches les plus supérieures. Or ces couches supérieures sont remarquables en ce qu'elles sont durcies par des infiltrations de carbonate de chaux, et qu'elles prennent par places l'aspect de calcaire compacte. Cette craie, ainsi durcie, ne s'écrase plus; elle se brise en éclats sous le choc du marteau. Il m'a paru qu'il en était de même au-dessus de Damery dans le ravin. Mais les pans de la partie crayeuse du ravin sont taillés à pic; l'observation directe y est difficile, ce qui m'a empêché, en outre, de bien me rendre compte des couches immédiatement superposées à la craie.

Séance du mercredi 26 *septembre* 1849.

M. Hébert, secrétaire, expose en ces termes les observations faites pendant les journées des 25 et 26.

La Société, qui avait parcouru tous les termes de la série tertiaire inférieure, a voulu examiner le calcaire pisoli-

(1) Cette localité a été citée par M. Rondot dans son *Étude géologique du pays de Reims* (*Ann. de l'Académie de Reims*, année 1842-43).

tique des environs de Vertus. En même temps elle a décidé qu'elle pousserait ses explorations jusqu'au *mont Août*, monticule de 221 mètres d'altitude, placé entre le mont Aimé et les buttes de Sézanne, et qui n'avait encore été visité par aucun géologue.

Partie d'Épernay à cinq heures du matin, la Société était à dix heures au mont Août. L'examen a été rapide, mais complet. Le *mont Août* est une butte de craie blanche, recouverte uniquement par la meulière de Brie. La craie s'élève à 210 mètres au moins au mont Août. A la partie supérieure on trouve le *Belemnites mucronatus*. La meulière y est en fragments nombreux et peu volumineux; elle paraît avoir été remaniée sur place par les eaux, qui n'y ont point apporté de matériaux étrangers. M. Raulin, dans sa carte géologique du bassin de Paris, l'a coloriée comme étant entièrement de craie. Il y a donc là un fait nouveau qui n'est pas sans quelque importance, puisqu'il donne aux meulières de Brie une extension plus grande au S.-E. qu'à tout autre membre de la série tertiaire, y compris le calcaire siliceux, qu'il dépasse.

Il n'y a pas la moindre trace d'autre dépôt. Rien du calcaire pisolitique du mont Aimé. Rien du calcaire à végétaux de Sézanne. Au mont Août la craie est trop élevée pour que le calcaire à végétaux ou à *Physa gigantea* ait pu s'y déposer. A cette époque, elle était émergée en ce point, et si le calcaire pisolitique s'y est déposé, il n'a pu l'être qu'en couches fort minces, et il a été enlevé ensuite.

Du mont Août la Société s'est transportée au *mont Aimé* (1). Elle a examiné avec beaucoup de soin le *calcaire pisolitique* qui en forme le sommet. Il n'est en effet recouvert que par une couche peu épaisse de terre végétale avec fragments nombreux de meulière de Brie, remaniée par les eaux diluviennes. La Société a pensé que le calcaire pisolitique avait au mont Aimé une épaisseur de 30 mètres environ, ce qui donne à la craie sur laquelle il repose immédiatement, une altitude de 210 mè-

(1) Voir, sur le calcaire pisolitique des environs de Vertus, une notice de M. Viquesnel (*Bull.*, 1re série, t. IX, p. 296), où l'on trouvera beaucoup de détails intéressants.

tres, comme au mont Août. Il renferme de nombreuses empreintes de mollusques, des dents de Squales, des ossements de Crocodiles et de Tortues. M. de Verneuil y a recueilli une belle empreinte de poisson. En général, le contact entre la craie et le calcaire pisolitique est immédiat, et la première couche du calcaire pisolitique est remplie de silex de la craie empâtés dans le calcaire. Toutefois la Société a reconnu, à l'E. de la montagne, l'existence de l'argile noirâtre signalée par M. Viquesnel, et qui m'avait échappé lors de mon exploration de 1847 (*Bull.*, 2e sér., t. V, p. 392). Ce dépôt a paru à la Société être bien intercalé, soit entre le calcaire pisolitique et la craie, soit entre deux lits de calcaire pisolitique. Il est tout à fait local et ne s'observe pas dans les autres parties de la butte; il ne ressemble en rien aux lignites. Les corps organisés que les membres de la Société y ont recueillis sont en effet une petite Huître, des pointes de *Cidaris*, et des vertèbres de poisson, semblables à celles que l'on rencontre entre les bancs solides du calcaire pisolitique. Il n'y a aucune trace de fossiles d'eau douce.

Le lendemain matin, la Société, qui avait passé la nuit à Vertus, a retrouvé le calcaire pisolitique au plateau de la Madelaine; sa superposition immédiate sur la craie n'a pas paru douteuse. Mais sur ce point le calcaire est recouvert par des sables quartzeux à gros grains, contenant des lits minces de grès ferrugineux subordonnés, au-dessous desquels sont souvent une argile alumineuse noire, sans fossiles, et des couches plus inférieures non visibles, qui recouvrent immédiatement le calcaire pisolitique. Je regrette que la Société n'ait pu visiter Sézanne; elle aurait été frappée de la grande analogie de ces sables avec ceux du plateau de la Madelaine; il est probable que les sables de Sézanne, remarquables par le lit de Térédines qui les accompagne et les assimile nécessairement aux sables quartzeux à Térédines de Bernon et Ar, se trouvent liés à ces derniers par ceux du plateau de la Madelaine, et que l'argile noire qui est au-dessous est une dépendance des lignites (1).

---

(1) On verra que cette conclusion est confirmée par les observations faites à Verzenay et au mont Berru.

La partie culminante du plateau où se trouve le moulin est formée de meulière de Brie à l'état diluvien.

A 1 kilomètre de distance au N., les carrières de Vertus, ouvertes dans le calcaire pisolitique, présentent sensiblement les mêmes caractères que le mont Aimé. Les fossiles y sont les mêmes, seulement les débris de vertébrés y sont plus rares.

Le calcaire pisolitique descend, au-dessus de Vertus, à une altitude moindre que 200 mètres; son altitude maximum, au plateau de la Madelaine, est au plus 230 mètres, puisque les sables atteignent 240 mètres, qu'il y a 8 mètres de sables et une épaisseur inconnue d'argiles. Or, si l'on continue à suivre le sommet de la falaise en marchant au N., on voit que le calcaire pisolitique se prolonge à 2 kilomètres environ de Vertus, et qu'il finit au bois de la Houppe où la craie s'élève au moins à 230 mètres, et contre laquelle par conséquent il se trouve adossé de la manière la plus incontestable (1). La partie la plus élevée de la falaise qui a, d'après la carte du Dépôt de la guerre, une altitude de 240 mètres, est formée de meulière de Brie.

La Société a remarqué dans le voisinage du contact du calcaire pisolitique et de la craie, des fragments d'un calcaire très compacte, sonore, qu'on n'eût certainement point rapporté à la craie, sans la présence bien constatée dans ces fragments du *Catillus Cuvieri* de Meudon. M. de Verneuil a fait observer que cette craie compacte était tout à fait analogue à la craie d'Irlande, et à la craie *castine* de Château-Landon. C'est d'ailleurs la même craie compacte que j'avais déjà observée à Cumières. Au premier abord on la croirait siliceuse, mais l'analyse démontre qu'il n'y a sensiblement que du carbonate de chaux; la silice, si elle existe, ne s'élève pas à plus de 1 ou 2 millièmes. Il ne s'y trouve point non plus de magnésie.

Au N. et au N.-E. du bois de la Houppe, la craie s'enfonce sous les couches tertiaires dont l'épaisseur devient plus considérable. Le calcaire pisolitique n'existe pas de ce côté; peut-être a-t-il été enlevé par la dénudation, mais peut-être aussi la craie s'élevait-elle à la hauteur où on la voit au bois de la

(1) Ce fait avait été reconnu par M. Wild. (*Études géologiques du pays de Reims*, par M. Rondot, p. 11.)

Houppe; dans les deux cas, c'est à une dénudation que les dépôts tertiaires doivent d'avoir pu s'effectuer dans cette contrée.

En se dirigeant vers la vallée de Grauves, la Société a constaté successivement au-dessous des meulières de Brie : 1° le calcaire siliceux en épaisseur considérable et donnant lieu à de belles falaises; 2° le sable argileux, sans fossiles, identique avec celui de Hautvillers et de Cumières; 3° les lignites, qui sont là, comme partout dans la contrée, au-dessous de ces sables. La cendrière d'Oger, située au commencement de la vallée de Grauves, offre, indépendamment des fossiles ordinaires des lignites, de belles empreintes végétales.

Ainsi la meulière de Brie, qui recouvre la craie au mont Août et au bois de la Houppe, les sables inférieurs au mont Aimé, le calcaire pisolitique au plateau de la Madelaine, dépassaient le calcaire siliceux sur le bord oriental du bassin parisien.

De la cendrière d'Oger, la Société s'est dirigée sur Avize, en allant rejoindre le chemin de Grauves à Avize. Elle a visité, en passant, de belles carrières de calcaire siliceux exploité pour travaux d'art, et aussi homogène, d'un grain aussi fin que celui de Château-Landon.

A peu de distance se trouve une exploitation de meulières. Les blocs y sont très beaux, et l'on y fabrique des meules de la taille de celles de la Ferté-sous-Jouarre.

A 3 kilomètres au N. d'Avize se trouve le mont Sarrans, où les lignites sont exploités sur une grande étendue à l'E. et à l'O. Les exploitations de l'E. ont présenté plusieurs coupes, d'où il résulte que le calcaire siliceux existe au mont Sarrans, que les sables quartzeux à Térédines, de Sézanne, de Bernon, n'y existent point (1). Les couches les plus élevées du système des lignites qu'on puisse y apercevoir sont :

N° 1.	Marnes brunes.	0,40	1m,20
	Marnes panachées..	0,80	

(1) A moins qu'ils ne soient cachés par suite d'un glissement des couches supérieures.

N° 2.	Couche à *Cerithium turris* et *variabile*, etc., avec sulfate de chaux. .	0,50	6m,50
	Lignite.	0,40	
	Couche à *Cerithium variabile*, etc. .	1,30	
	Lignites et marnes avec *Cerithium variabile*.	3,00	
	Marne argileuse contenant peu de Cérites.	1,30	
N° 3.	Couche à graines de *Chara* et marne calcaire.	0,80	2m,10
	Couche à *Cerithium variabile*.	0,30	
	Marne calcaire et lignite.	1,00	
	Le dessous est invisible.		

Le n° 1 appartient aux 7e et 8e couches du mont Bernon dans la coupe que j'en ai donnée (*Bull.*, 2e série, t. V, p. 399). Le n° 2 représente les couches 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16. Cet ensemble a, au mont Bernon, une épaisseur de 4m,60, moindre par conséquent que celle qu'il présente au mont Sarrans. Le n° 3 représente les couches 17, 18, 19 et 20.

A l'O. de la montagne, les fossiles sont mieux conservés, et quelques exemplaires d'une Lucine que j'y ai recueillie m'ont fait voir que je ne m'étais point trompé dans l'observation que j'avais faite deux ans auparavant au mont Bernon, où j'avais vu en place des Lucines à la base des couches à lignites (*Bull.*, 2e série, t. V, p. 400).

La Société a pu se convaincre que le calcaire pisolitique n'existait nullement au mont Sarrans. Cette assertion erronée de MM. Duval et Meillet avait déjà été rectifiée en 1843 par M. Wild.

Les sables à Térédines et à Unios, examinés rapidement, à cause de la nuit qui approchait, à Cuys et à Chavot, la Société s'est rendue à l'invitation qu'elle avait reçue de M. Dutemple, que des affaires urgentes avaient empêché de prendre part aux excursions des journées précédentes. L'accueil le plus empressé et le plus affectueux l'attendait dans la maison de notre collègue. Après le dîner, M. Dutemple a généreusement mis à la disposition des membres de la Société les doubles de sa collection, et chacun a pu se munir de magnifiques Térédines et des ossements de Tortues et autres qui les accompagnent.

Séance du jeudi 27 *septembre* 1849.

La séance est ouverte à huit heures du soir à Reims, dans l'une des salles de l'hôtel du Commerce.

M. Hébert, secrétaire, rend compte de l'excursion faite ce jour-là.

La Société, partie d'Épernay, a suivi sans s'arrêter la route de Reims jusqu'à Montchenot.

Là elle a reconnu, tant dans le chemin qui va de Montchenot à Sermiers, que dans la portion rectiligne de la grande route abandonnée et remplacée par un circuit moins rapide, l'exactitude des superpositions dont j'ai donné ailleurs (1) le détail, et que l'on peut établir de la manière suivante, savoir, au-dessous du calcaire d'eau douce :

1° Sables et marnes sableuses sans fossiles. Je regarde ces sables comme représentant exactement les sables argileux de Cumières.
2° Lignites.
3° Sable blanc avec *Cyr. Deshayesi*, Héb.
4° Marnes blanches correspondant au calcaire de Rilly.

Les fossiles des lignites ont été recueillis en abondance auprès de Rilly, au lieu dit les Voisillons; et l'épaisseur du calcaire lacustre et des sables blancs se voit parfaitement dans la grande exploitation de Rilly, dont voici la coupe :

1° Lignites.	
2° Marnes et calcaires lacustres.	5m,66
3° Sable impur.	0m,33
4° Sable blanc pur.	5m,00
5° Sable impur avec cailloux et grès subordonné.	1m,33
Total. . .	12m,32

Un peu plus loin, en montant de Ludes sur le plateau qui domine ce village, on parcourt la série suivante de bas en haut :

(1) *Bull.*, 2e sér., t. V, p. 401 et 402.

1° Lignites.
2° Sables argileux sans fossiles.
3° Calcaire à Lymnées et Planorbes.
4° Calcaire marin (1).
5° Marnes.
6° Meulières de Brie.

Dans toute la partie de la montagne de Reims qui se trouve à l'E. d'une ligne tracée de Sermiers à Cumières, le calcaire grossier manque complétement. Cette ligne était sa limite orientale. Nous ne reviendrons plus sur ce point. Le calcaire à Lymnées, à Cyclostomes et à Planorbes représente, sans contredit, le calcaire siliceux de Saint-Ouen ; le calcaire marin représente les marnes marines de Montmartre, ainsi que l'a énoncé avec raison, et le premier, M. Raulin (*Bull.*, 1re série, t. XIV, p. 12); les marnes qui représentent les marnes vertes, et qui dans tout le plateau de la Brie supportent les meulières, recouvrent ici le calcaire marin ; les meulières terminent cette série.

On remarque que les couches marines ne sont point parfaitement isolées des couches d'eau douce. Au contact, il y a mélange, et l'on peut se procurer facilement des échantillons contenant à la fois des Cyclostomes et des Pholadomyes.

Pour donner une idée de la forme de cette couche marine, nous citerons ici les espèces que nous y avons recueillies :

1. *Clavagella coronata*, Desh. (déterminée par M. Deshayes).
2. *Crassatella*, identifiée à tort avec la *C. lamellosa*, Lamk.
3. *Corbula*, deux espèces.
4. *Psammobia*, n. sp.
5. *Pholadomya margaritacea*, Sow.
6. *Lucina*.
7. *Cytherea*.
8. *Venericardia*.
9. *Cardium*, non *C. porulosum*.
10. *Arca hyantula?* Desh.
11. *Chama*.
12. *Ostrea*.
13. *Anomia*.

(1) Signalé pour la première fois par MM. Arnould et de Pinteville (*Bull.*, 1re sér., t. XIV, p. 12).

14. *Calyptrea.*
15. *Cyclostoma.*
16. *Lymnæa longiscata*, Al. Br.
17. *Natica.*
18. *Turritella.*
19. *Cerithium.*
20. *Voluta.*
21. *Serpula.*

Indépendamment des genres précédents, M. Benoît (Notice, p. 30) cite les genres suivants :

Pectunculus,	*Turbo*,
Nucula,	*Buccinum*,
Modiola,	*Miliolites*,
Paludina,	*Balanus*.

Une détermination exacte de ces fossiles à l'aide de bons moules et de bonnes empreintes extérieures reste encore à faire.

Séance du vendredi 28 septembre 1849.

M. Hébert, secrétaire, rend compte de l'excursion de la journée.

La Société a exploité le matin le mont Berru, et le soir les environs de Châlons-sur-Vesle.

La constitution géologique du mont Berru est la suivante :

A une altitude absolue de 210 mètres, la *craie*, les couches qui la recouvrent immédiatement ne sont point visibles.

1° La première couche visible est caractérisée par une grande quantité de *Cyrena tellinella*, Desh. On y rencontre également les fossiles suivants : *Cyrena cuneiformis*, Desh.; *Melania inquinata*; *Melanopsis buccinoidea*, etc. L'épaisseur de cette couche ne nous est point connue; au-dessus viennent successivement :

2° Lignites et argiles.	5m,00
3° Argile noire avec très beaux cristaux prismatiques de chaux sulfatée.	1m,00
4° Lignites.	0m,40
5° Argile brune.	1m,00
6° Sable et lits d'argile.	2m,00
7° Argile noire.	1m,30

8° Série de lits de sable et d'argile avec *cailloux roulés*.	5m,00
9° Sables jaunâtres.	10m,00

La montagne est couronnée par les meulières de Brie, dont l'altitude est de 267 mètres.

La *Cyrena tellinella*, Desh., nous paraît être supérieure aux couches ou abondent les *Cerithium variabile et turris*. Il y a donc très probablement, au-dessous des couches exploitées, une épaisseur assez considérable de lignites; mais les exploitations s'arrêtent de préférence à la couche n° 2, où le lignite est à l'état de carbone presque pur sur une épaisseur de plusieurs mètres. Les couches qui sont au-dessous ne valent rien, disent les ouvriers, parce qu'elles renferment trop de coquilles. En évaluant à 15 mètres l'épaisseur totale des lits d'argile et de lignites qui existent au mont Berru, nous croyons être au-dessous de la vérité.

Les nos 7 et 8 nous paraissent avoir beaucoup de ressemblance avec les couches observées au moulin de la Madelaine entre les meulières de Brie et le calcaire pisolitique.

Enfin, le n° 9 est la continuation des sables de Cumières.

Les nos 8 et 9 représentent, selon nous, les sables quartzeux de Bernon et de Cuys, à Térédines et à Unios, et en même temps les sables à *Cyrena Gravesii* et à *Nummulina planulata* du Soissonnais. Ce rapprochement est confirmé par ces faits, que M. de Saint-Marceaux a trouvé au mont Berru la *Teredina personata* dans une couche sableuse, supérieure aux lignites (1), et que M. Lévesque a trouvé le même fossile à Cuise.

La butte de Châlons-sur-Vesle, qui est à l'entrée du village du côté de Reims, est composée des couches suivantes, qui se succèdent de bas en haut :

1° Sable coquillier.	13m,00
2° Sable non coquillier et banc de grès.	9m,30
3° Lit d'argile.	0m,25
4° Sable légèrement agglutiné sans fossiles, ayant l'apparence de grès tendre à la partie supérieure.	10m,30
Total. . .	32m,85

(1) Notice de M. Rondot, p. 20.

Le sol de Châlons-sur-Vesle, ayant une altitude d'environ 100 mètres, celle du sommet de la butte est comprise entre 130 et 135 mètres.

La figure 1 (pl. V) donne avec exactitude la coupe et le profil de ce monticule; j'en suis redevable à l'obligeance de M. Chauveau, maire de Châlons-sur-Vesle.

Le sable coquillier de Châlons-sur-Vesle est très riche en fossiles marins; il contient aussi des espèces d'eau douce. Quelques membres de la Société y ont recueilli des dents de squale.

A moins de 2 kilomètres de Châlons-sur-Vesle, entre Trigny et Chenay, les sables blancs de Rilly sont exploités à mi-côte. Le sable y est très pur, moins épais qu'à Rilly. Il est surmonté par des marnes calcaires semblables à celles de Sermiers; les fossiles lacustres ne sont point apparents, mais leur identité géologique avec les marnes calcaires de Rilly n'est point contestable.

La Société a rencontré de nouveau ces sables blancs de Rilly dans le petit sentier qui monte de Châlons-sur-Vesle à Chenay en traversant les vignes, à peu près à égale distance de ces deux villages. Là, ils sont recouverts par une couche de 0m,30 formée de débris de marne d'eau douce évidemment remaniés par les eaux qui en ont emporté la presque totalité.

Immédiatement au-dessus de cette couche, qui indique un phénomène de dénudation après le dépôt des sables et calcaire lacustre de Rilly, viennent les sables sans fossiles et légèrement agglutinés qui occupent la partie supérieure de la butte de Châlons-sur-Vesle; l'épaisseur de ces sables est ici de 10 mètres.

Ce fait est important, en ce qu'il donne une preuve directe de la postériorité des sables marins de Châlons-sur-Vesle aux sables blancs et aux marnes lacustres de Rilly.

Actuellement, si de chacun de ces deux points, de l'exploitation de sable blanc de Chenay, ou du point où ces sables affleurent dans le sentier de Châlons à Chenay, on se dirige vers ce dernier village, on arrive, *en montant*, aux lignites que l'on traversait pour établir une conduite d'eau au moment où la Société parcourait cette contrée. L'altitude des

Fig. 1

Echelle de 1 millimètre 1/2 pour Mètre

Niveau du sommet de la roche qui termine le mont

Sable sans Coquilles

Sable sans Coquilles

Sables avec lits de Coquilles

Niveau inférieur du sol

Fig. 2

Coupe de Chalons sur Vesle à Chenay.

Echelle des Longueurs 1/15 Mill. pour Mètre — Echelle des Hauteurs 1/5 Millim. pour Mètre

Chalons sur Vesle

Chenay

a Calcaire grossier

b Sables sans Fossiles

c Lignites

d Sables marins de Chalons

e Marnes lacustres à Plèges gigantes

f Sables blancs de Pally

h Craie blanche

[redacted]

lignites est évidemment plus grande que celle des marnes lacustres ou que celle des sables marins. Ils sont ensuite recouverts par des sables sans fossiles, très épais, semblables à ceux du mont Berru, de Cumières, etc.; et enfin le calcaire grossier inférieur termine le plateau dont l'altitude est de 189 mètres. Cette coupe est représentée (pl. V, fig. 2).

Il résulte de ces faits les données suivantes :

1° Le sable marin de Châlons-sur-Vesle est postérieur au sable de Rilly et aux marnes calcaires lacustres.

2° Il s'est déposé dans des dépressions résultant d'un ravinement qui a enlevé tantôt tout ou partie des marnes lacustres, tantôt les marnes et les sables et même une certaine épaisseur de la craie qui les supportait.

3° Il n'a point dépassé le niveau de la formation lacustre, puisque celle-ci se trouve souvent immédiatement au-dessous des lignites (Rilly, mont Chenot, etc.), et c'est seulement sur les parties dénudées de cette formation que les couches supérieures des sables marins ont pu se déposer.

4° Les lignites sont postérieurs aux sables marins, dont plusieurs fossiles ont continué à vivre pendant l'époque des lignites et même pendant celle des sables de Cuise.

Je demande la permission, en terminant ce compte rendu, de faire remarquer à la Société que les résultats intéressants de cette excursion confirment littéralement les conclusions que j'avais précédemment déduites de mes observations dans cette contrée (1).

Séance du samedi 29 septembre 1849.

M. Hébert, secrétaire, rend compte de l'excursion du 29.

Notre collègue, le trésorier de la Société, M. Édouard de Brimont, avait eu l'obligeance, il y a plus d'un an, de me donner quelques échantillons des sables et grès qui reposent sur la craie à la montagne de Brimont, et j'y avais reconnu une empreinte de la *Cyprina scutellaria*, Desh., qui caracté-

(1) *Bull.*, 2e série, t. V, p. 405, 406 et 407.

rise les *sables de Bracheux*. J'en avais conclu qu'à Brimont il y avait autre chose qu'à Châlons-sur-Vesle, où cette coquille n'a jamais été rencontrée, et j'ai été heureux de pouvoir aujourd'hui vérifier avec la Société la position de ce fossile remarquable.

La Société a été accueillie à Brimont par le grand-père de notre collègue, M. Ruinart de Brimont, dont la propriété embrasse une partie de la montagne.

La Société sait avec quel empressement, quelle affabilité on lui a fait les honneurs de cette matinée. Guidée par son hôte, dans le commencement de son exploration, puis par son fils et son petit-fils, elle a d'abord constaté que les sables reposent immédiatement sur la craie. La craie s'élève au moins à 137 mètres, car c'est là son altitude au *cran de Brimont*, mamelon latéral situé à l'E. du village. Toutefois elle ne doit pas s'élever bien au-dessus de ce niveau. La partie inférieure des sables est légèrement argileuse; l'eau qui filtre dans la masse sableuse s'y arrête, et M. Ruinart de Brimont, qui a montré dans tous ses travaux d'agriculture la plus grande perspicacité et le jugement le plus sain, a compris l'importance de ce filet d'eau dans une région qui en est totalement dépourvue; il en a réuni avec soin les éléments qui suintaient çà et là, et aujourd'hui son exploitation est suffisamment munie de cette précieuse ressource.

Nous avons pénétré dans le souterrain pratiqué pour recueillir cette eau, et nous avons reconnu que le sable argileux était rempli de coquilles la plupart bivalves, comme Pétoncles, Vénéricardes, Cythérées, Lucines, Huîtres, mais qu'il nous a été impossible d'extraire. La fragilité de ces coquilles est telle, elle est en outre tellement accrue par l'état constant d'humidité où elles se trouvent, qu'il faudrait beaucoup de temps et de soins pour en recueillir un certain nombre. Toutefois nous avons pu emporter comme pièces de conviction une grande valve de *Cyprina scutellaria*, Desh., et un fragment d'une *Astarte* fort remarquable.

Ces sables à *Cyprina scutellaria* sont visibles en plusieurs points; leur épaisseur varie; elle paraît être de 5 à 8 mètres; ils sont recouverts par un banc de grès à empreintes végétales,

épais de 1 mètre, au-dessus duquel viennent les couches coquillières de Châlons-sur-Vesle. L'identité est complète; ce sont exactement les mêmes fossiles, le même sable. La partie supérieure de ces couches coquillières est, comme à Châlons-sur-Vesle, remplie de Turritelles. Au-dessus vient une masse puissante de sables sans fossiles qui représentent parfaitement les sables agglutinés de Châlons et de Chenay, et qui s'élèvent jusqu'au sommet de la butte où l'on rencontre à peine quelques traces des marnes, des lignites, et encore sans fossiles, et quelques cailloux des meulières de Brie à l'état diluvien.

Il est à remarquer que la partie inférieure des sables marins coquilliers s'élève, à la montagne de Brimont, à 40 mètres au moins au-dessus de son niveau à Châlons-sur-Vesle, sur une étendue de 10 kilomètres seulement.

La montagne de Brimont, qui n'avait jamais été décrite, mériterait une histoire plus complète; mais la Société a dû se contenter d'y avoir trouvé, si heureusement, la relation exacte des sables de Bracheux et de ceux de Châlons-sur-Vesle, qui, comme on vient de le voir, ne sont point tout à fait contemporains, mais seulement le commencement et la suite d'une même période.

En quittant Brimont, la Société s'est dirigée vers *Hermonville;* en traversant la route de Laon, elle a remarqué au lieu dit *Chauffour* les mêmes sables coquilliers et grès à empreintes végétales qu'à Brimont.

Cette assise est encore visible : 1° à *Villers-Franqueux*, dans l'intérieur du village; 2° auprès de *Toussicourt*, au bas du moulin de Villars, où les fossiles sont très abondants; 3° sur le chemin de Villers-Franqueux à Hermonville; 4° au N. d'Hermonville, en montant au moulin.

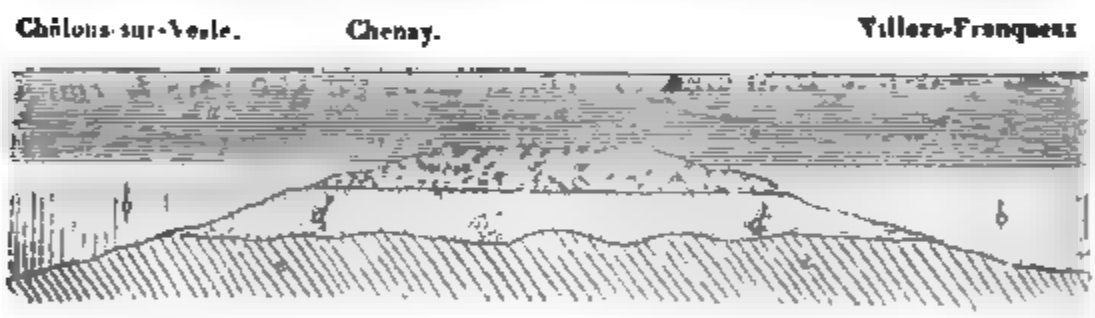
Dans cette excursion, les sables de Rilly ont été reconnus :

1° A Hermonville, au S.-O., au bas du chemin des carrières. Ce chemin a donné la succession suivante en allant de bas en haut.

1° Sable de Rilly (on ne voit pas les couches qui les recouvrent).
2° Sables sans fossiles.
3° Calcaire grossier glauconieux avec cailloux roulés comme à Valmondois.
4° Calcaire grossier proprement dit.

2° A Toussicourt, où ils sont recouverts par les marnes lacustres dans un mamelon qui n'offre point de couches plus récentes. L'altitude des sables de Rilly à Toussicourt nous a paru plus grande que celle des sables marins, qui n'en sont éloignés que de 5 ou 600 mètres.

A peu de distance de ce point, 1 kilomètre environ, près de la tuilerie de *Pouillon*, les lignites ont été exploités en grand à un niveau bien supérieur à celui des sables marins ou lacustres. Il est d'ailleurs évident que ces lignites sont le prolongement de ceux de Chenay qui n'en sont qu'à 1,500 mètres, comme aussi les sables marins et les sables lacustres sont le prolongement de ceux de Chenay et de Châlons-sur-Vesle. Les observations faites au N. et à l'E. du promontoire calcaire de Chenay confirment donc pleinement celles que la Société a eu occasion de faire au S. et à l'O. dans sa dernière excursion. En sorte que si l'on voulait donner à ces diverses couches les positions relatives qu'elles occupaient, dans cette contrée, à la fin du dépôt des lignites, il faudrait avoir recours à la figure suivante :



a Lignites.
b Sables marins de Châlons-sur-Vesle.
c Marnes et calcaire lacustres.
d Sables blancs de Rilly.
e Craie.

Une assise de sable veinée d'argile et sans fossiles sépare les lignites du calcaire grossier à la cendrière de Pouillon.

Il n'est pas sans intérêt de remarquer que le calcaire grossier, à partir de Chenay, prend une consistance qu'il n'avait pas sur les divers points de sa limite orientale, *Boursault*, *Cumières*, *Sermiers*, où il est à l'état de sable légèrement calcaire ; il en est de même si l'on descend plus au S., à *Orbais*, à *Montmirail*, et si l'on suit la limite occidentale à *Houdan*, *Mantes*, *Fontenay-en-Vexin*, *Parnes*, etc. Ce caractère constant, et qui manque maintenant dans toute la partie septentrionale du

bord oriental du plateau tertiaire, semble indiquer que ce bord n'est pas de ce côté la véritable limite du calcaire grossier, que cette assise devait obliquer au nord-est, en s'appuyant au mont Berru qu'elle ne franchissait pas.

Si l'on étudie de plus près la composition du calcaire grossier tel qu'il se présente à Hermonville, par exemple, on est frappé de l'analogie très grande que cette assise offre en ce lieu avec le calcaire grossier des environs de Paris.

En effet, au-dessus des sables inférieurs sans fossiles viennent :

1° Le calcaire grossier inférieur, caractérisé par la *Nummulina lævigata*, la *Venericardia planicosta*, le *Cerithium giganteum*.

2° Le calcaire grossier moyen à *Orbitolites plana*.

3° Le calcaire grossier supérieur caractérisé par les *Cerithium conoideum*, *echinoides*, *cristatum* et *lapidum*, *Melania lactea*, *Lucina saxorum*, etc.

4° Les *caillasses* représentées par une série de lits de calcaires marneux ou compactes, de silex, de marnes et d'argiles dont l'épaisseur totale est de 6 à 7 mètres.

Nous avons retrouvé la même série de couches sur le chemin de Trigny à Prouilly, en sorte que l'existence des caillasses au-dessus du calcaire grossier supérieur, ou *calcaire à Cérites*, nous paraît aussi évidente dans cette contrée, à l'ouest d'une ligne tirée d'Hermonville à Trigny, qu'elle l'est aux portes de Paris.

Quant aux sables de Beauchamps, ils n'existent point à Hermonville; dans certaines descriptions on a confondu les couches sableuses du calcaire grossier supérieur avec les sables de Beauchamps. Le temps n'a point permis à la Société de reconnaître la limite orientale de cette assise; d'après la carte de M. Raulin, cette limite paraît devoir être une ligne tracée de Montchâlons, près Laon, à Châtillon-sur-Marne près Dormans, par Beaurieux-sur-Aisne.

Séance du dimanche 30 *septembre* 1849, *à Épernay.*

Compte rendu par M. Hébert, secrétaire, de l'excursion de ce jour.

La Société s'est dirigée de Reims à Verzenay, se proposant de parcourir le revers oriental de la montagne de Reims.

Verzenay offre une belle coupe des couches tertiaires; la Société l'a prise approximativement, le temps ne lui ayant point permis de se livrer à un travail tout à fait rigoureux. Voici cette coupe à partir de la craie.

	1° Craie.	
Assise des lignites.	2° Sable rouge quartzeux, analogue à celui de la butte du Moulin de la Madeleine, près de Vertus; au moins.	10m,00
	3° Le même sable, quelquefois agglutiné, avec Néritines, *Cerithium variabile*, *Cyrena cuneiformis*, et une nouvelle espèce de Cyrène, très remarquable par de fortes stries régulières, parallèles aux bords, qui en couvrent la surface. . .	3m,00
	4° Marnes noires et lignites.	3m,50
	5° Marnes, sables et grès, par lits intercalés.	1m,00
Assise des sables sans fossiles.	6° Sables jaunes ou blancs.	8m,00
	7° Argile sableuse blanche.	1m,00
Étage lacustre de la Brie.	8° Marnes verdâtres et bigarrées.	4m,00
	9° Marnes blanches calcaires.	1m,00
	10° Calcaire d'eau douce avec Lymnées et Paludines. . . . . Calcaire marin avec Pholadomyes, etc.	3m,00
	11° Marnes. . . . . 12° Meulières de Brie dans leurs argiles rouges.	8m,00
	Total. . .	42m,50

Cette dernière couche atteint l'altitude de 280 mètres à quelques pas de là, au point culminant entre Verzenay et Verzy, ce qui donne environ 230 mètres pour l'altitude de la craie. Si ces chiffres sont exacts, ce que nous ne pouvons ga-

rantir d'une manière absolue, ce serait là le point où elle s'élèverait le plus sous les couches tertiaires. Les lignites proprement dits s'élèveraient environ à 246 mètres.

Remarquons encore ici que les lignites paraissent atteindre à 12 kilomètres, au mont Berru, une altitude de 230 mètres, et à Chenay à 23 kilomètres de Verzenay, une altitude de 160 mètres seulement.

En descendant du plateau à Verzy, on retrouve successivement la même série de couches.

La coupe de Verzenay nous montre plusieurs faits intéressants :

1° Les lignites proprement dits y sont très minces, et les fossiles qui les caractérisent s'y trouvent d'abord dans un sable quartzeux particulier qui paraît reposer directement sur la craie. Ce sable commence par être complétement dépourvu de fossiles sur une grande partie de son épaisseur; mais ensuite il en renferme une quantité prodigieuse, sans que pour cela il y ait aucun changement notable dans sa nature. Toute cette masse de sable, de 13 mètres environ, doit donc être considérée comme appartenant aux lignites dont elle forme la base, et comme remplaçant les couches qui manquent ici, et que l'on trouve soit au mont Berru, soit au mont Sarrans, soit au mont Bernon. Tandis que dans ces divers points les dépôts étaient argileux ou abondaient en carbone, ils étaient quartzeux à Verzenay; les mêmes fossiles se déposaient en même temps soit dans les marnes ou argiles, soit dans le sable. Ces sables ne peuvent donc point être rapportés aux sables de Rilly ; il ne saurait y avoir la moindre incertitude à ce sujet; ils sont bien postérieurs, et la Société a vu en effet, dans son excursion de vendredi, que les sables de Rilly et les marnes qui les surmontent sont recouverts à Chenay par les sables et grès non coquilliers de Châlons-sur-Vesle. Ces sables et grès non coquilliers passent sous les lignites de Chenay. Toute la question se réduit donc à ceci : Ou bien les couches de contact de ces sables et grès non coquilliers et des lignites à *Cyrena cuneiformis* représentent les sables quartzeux inférieurs de Verzenay, ou bien la *Cyrena cuneiformis* repose directement sur

les sables non coquilliers et grès de Châlons, lesquels alors représentent les sables inférieurs de Verzenay. On voit que la discussion ramenée à ces termes n'a plus qu'un intérêt très secondaire.

2° Les sables supérieurs aux lignites se maintiennent encore ici avec leur épaisseur constante de 8 à 10 mètres.

3° La formation lacustre y est puissante et complète, plus complète même qu'au cran de Ludes; le calcaire marin à *Pholadomya margaritacea*, Sow., que personne n'avait, que nous sachions, signalé à Verzenay, y occupe la même position, sur le banc à *Lymnæa longiscata*. Il y est assez riche; les fossiles y sont faciles à détacher. L'assise supérieure est bien développée. Le terrain tertiaire s'étendait certainement de ce côté à une assez grande distance à l'E.

Il eût peut-être été possible d'observer le contact des sables tertiaires et de la craie dans le ravin de Verzy, si un violent orage suivi d'une pluie continue n'avait obligé la Société à se réfugier dans le village.

Malgré le mauvais temps qui a rendu la seconde partie de cette journée très pénible, la Société a continué ses explorations.

A la cendrière de *Villers-Marmery*, située au-dessous du signal, elle a observé la série suivante, savoir au-dessus de la craie :

1° Sables sans fossiles, gris ou rouges.	15 mètres.
2° Argiles noires et lignites.	3
3° Argiles sableuses de diverses couleurs.	8

Le tout est recouvert par les marnes et meulières de Brie, mais remaniées et hors place. Ces meulières atteignent au signal une altitude de 279 mètres, à 10 mètres peut-être au-dessus du niveau qu'elles occupent dans la coupe de la cendrière, ce qui donnerait pour l'altitude des lignites le chiffre de 256 mètres.

A peu de distance de ce point, les lignites acquièrent tout d'un coup une grande puissance. La cendrière d'Ambonnay offre en effet l'épaisseur maximum des lignites dans la contrée. Cette cendrière est riche en débris organiques; les ossements de Tortues et de Crocodiles y abondent, mais ce qu'il y a de

plus remarquable, ce sont des fruits, des tiges admirablement conservés. Les débris végétaux s'y offrent à tous les états de conservation, depuis l'état de carbone pur jusqu'à celui de bois carbonisé recouvert encore d'une écorce flexible.

Séance du lundi 1er *octobre* 1849.

Clôture de la session extraordinaire.

Avant de se séparer, les membres de la Société ont voulu visiter les lignites d'Ay et du mont Bernon.

Les lignites, qui sont à droite du ruisseau qui coule au N. d'Ay, sont recouverts par les sables sans fossiles que nous avons déjà cités bien des fois, et qui s'étendent ensuite à l'O. d'une manière régulière et uniforme, tout le long de la montagne de Reims. Ils sont caractérisés par les fossiles ordinaires; toutefois on y remarque une abondance extrême d'une petite Corbule (*Corbula Arnouldii*, Nyst), et d'une petite Paludine assez rare ailleurs. On y rencontre aussi, mais rarement, des coquilles marines, telles que *Buccinum semicostatum*, *Fusus minax*, etc. Nous avions précédemment, à Sarrans, trouvé des Lucines dans les lignites. La présence incontestable de coquilles exclusivement marines doit nécessairement entrer en ligne de compte dans la manière dont on explique la formation de cette assise.

De l'autre côté du ruisseau, sous le village de Mutigny, se trouvent de nombreuses exploitations de lignites. Mais ici les sables sans fossiles, supérieurs aux lignites, manquent complétement, et sont remplacés par les sables à gros grains à *Teredina personata*. La partie supérieure de cette assise est remplie d'ossements de Tortues.

Les marnes d'eau douce inférieures aux meulières de Brie recouvrent immédiatement cette couche comme au mont Bernon.

La visite au mont Bernon n'ayant rien offert que l'on ne trouve déjà décrit dans *Bulletin de la Société* (1), nous n'in-

---

(1) 1re série, vol. IX, p. 85, Prestwich; 2e série, vol. V, p. 399, Hébert.

sistons point sur cette partie de l'excursion faite aujourd'hui par la Société.

A la suite de ce compte rendu, et sur la demande de ses collègues, M. Hébert présente le résumé des observations faites dans cette session :

La Société a consacré neuf jours à l'étude de la limite orientale du plateau tertiaire parisien. Ses explorations ont été dirigées de telle façon que cette limite a pu être étudiée tout entière depuis le mont Août, près Sezanne, au S., jusqu'à Hermonville, au N., sur la route de Reims à Laon. On peut dire qu'elle a littéralement parcouru à pied le chemin suivant :

Mont Août, mont Aimé, Vertus, Avize, Sarrans, Cuys, Chavot, mont Bernon, Boursault, Damery, Fleury, Romery, Sermiers, Hautvilliers, Aï, Ambonnay, Trépail, Villers-Marnery, Verzy, Verzenay, Ludes, Rilly, Montchenot, Sermiers, mont Berru, mont Brimont, Hermonville, Villers-Franqueux, Pouillon, Trigny, Chenay et Châlons-sur-Vesle.

Chacune de ces localités a donné lieu à des observations intéressantes que je vais essayer de grouper dans l'ordre de succession des couches.

1° *Craie blanche.*

On sait que la craie des environs d'Épernay et de Reims est exactement la craie blanche de Meudon. Non seulement elle en a les caractères minéralogiques, mais, grâce aux intelligentes recherches de M. Dutemple, elle a fourni aux descriptions paléontologiques une nombreuse liste de fossiles qui comprend à peu près toutes les espèces trouvées jusqu'ici à Meudon. C'est seulement, d'après les renseignements qui nous sont fournis par M. Dutemple, dans la couche la plus supérieure que les débris organiques se rencontrent ; ils disparaissent à une profondeur de 4 à 5 mètres, ce qui pourrait tenir à ce que la craie blanche n'est point aussi complète en Champagne qu'à Meudon, où les couches caractérisées par les mêmes fossiles sont bien plus épaisses.

La craie s'élève :

Au mont Août, à.	210 mètres.
Au mont Aimé.	210
Au bois de la Houppe.	230
A Verzy, au moins à.	230
Au mont Berru, au moins à. . .	210

On sait que dans le centre du bassin parisien l'altitude de la craie au point où elle s'élève le plus, à Meudon, est de 45 mètres; et si l'on considère que la couche la plus supérieure de la craie blanche du département de la Marne n'est probablement pas la plus récente, que partout la craie paraît avoir été dénudée, on pourra en conclure légitimement, je crois, que la différence actuelle de niveau des couches correspondantes est d'environ 200 mètres. Cette différence est trop considérable pour qu'il soit possible d'admettre que la faune de Meudon ait pu vivre à des profondeurs aussi variées. La prodigieuse quantité d'*Ostrea vesicularis* avec les valves réunies que l'on rencontre constamment dans cette couche est d'ailleurs une preuve que ce fossile a vécu dans les lieux où on le trouve actuellement. De Paris à Reims, la craie se trouve donc relevée à l'E. Ce relèvement final est certainement le résultat d'un grand nombre d'oscillations du sol; mais l'une de ces oscillations a eu lieu immédiatement après le dépôt de la craie blanche et avant le dépôt du *calcaire pisolitique*, puisque celui-ci recouvre la craie la plus récente à Meudon, et qu'il est adossé au bois de la Houppe à des couches plus anciennes; et non seulement la craie a été relevée, mais il s'y est formé des dépressions que le calcaire pisolitique a comblées, au moins en partie : ainsi entre le mont Aimé (210 mètres) et le bois de la Houppe (230 mètres), la craie descend, au-dessus de Vertus, à une altitude moindre que 200 mètres, et le calcaire pisolitique a rempli cette dépression. Il y a à l'O. du bassin de Paris d'autres exemples de semblables dépressions comblées par le calcaire pisolitique.

Après le dépôt de la craie blanche de Meudon, qui, dans toute l'étendue du bassin parisien, présente les mêmes caractères et les mêmes fossiles, et qui par conséquent devait alors occuper une surface sensiblement horizontale, il s'est passé les phénomènes suivants :

1° Émersion de la masse crayeuse;

2° Durcissement de la surface par suite de l'action prolongée des agents atmosphériques (craie dure à tubulures) ;

3° Exhaussement à l'E. et affaissement général du niveau de la craie émergée ;

4° Formation de dépressions.

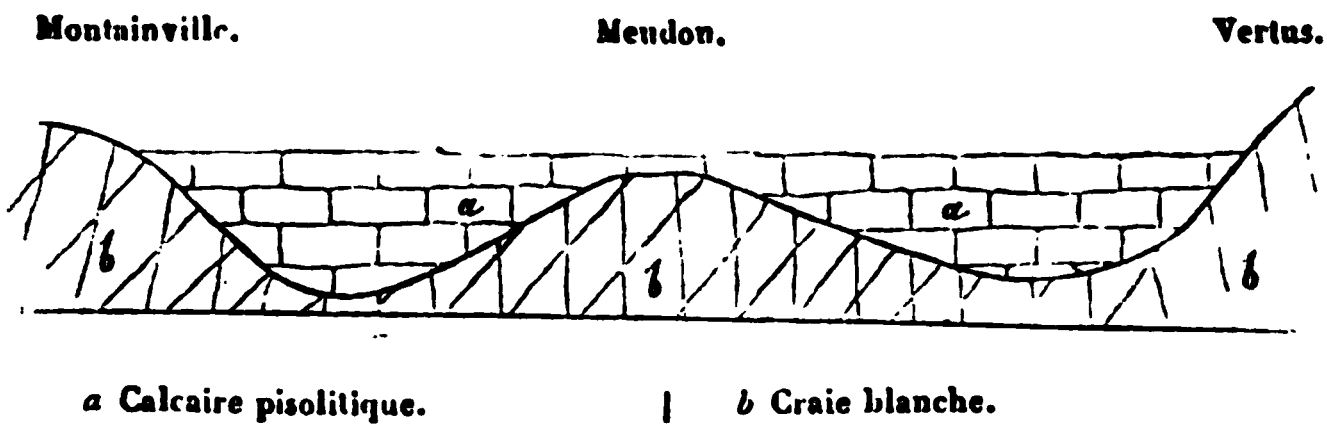
Ces phénomènes ont pu être successifs ou simultanés. Il en est résulté que la surface de la craie blanche est devenue inégale et onduleuse. Alors elle a été envahie de nouveau par les eaux marines, mais ces eaux n'ont point recouvert toute sa surface ; ce recouvrement n'a été complet qu'au centre du bassin ; dans les autres parties les eaux n'ont point dépassé un niveau légèrement inférieur à celui des points les plus élevés de la craie blanche. C'est alors que s'est déposé le calcaire pisolitique. Mais on voit qu'entre le commencement de ce dépôt et celui de la dernière couche de craie blanche il y a eu deux oscillations du sol, l'une ascendante, l'autre descendante, et un espace de temps considérable, auquel correspondent, à mon avis, les couches supérieures de Maëstricht et le calcaire à Baculites de Valognes.

Ces oscillations ont été peu intenses ; elles ont probablement eu lieu lentement et ne paraissent pas avoir produit de couches de transport d'une épaisseur notable. En effet, les silex de la craie qui sont à la base du calcaire pisolitique sont enchâssés dans la pâte de ce calcaire ; ils ne sont généralement pas superposés les uns aux autres ; quelques uns se trouvent même complétement isolés à de grandes distances de la couche inférieure, ce qui prouve qu'ils étaient amenés au sein du calcaire pisolitique pendant une grande partie de la durée de son dépôt.

2° *Calcaire pisolitique.*

Le calcaire pisolitique a donc nivelé les inégalités de la craie blanche ; son épaisseur maximum est sensiblement la même à l'E. et à l'O. du bassin de Paris : elle est d'environ 30 mètres ; mais au centre, à Meudon, elle n'est que de 2 à 3 mètres. Là, le dépôt s'est effectué sur la craie intacte, tandis que dans les autres points cette craie avait été dénudée. Ce dépôt a néces-

sairement été d'abord sensiblement horizontal ; il affectait la disposition suivante :



S'il était resté immobile, nous trouverions immédiatement au-dessus de lui tous ceux qui se sont effectués successivement.

Or l'observation montre immédiatement que le niveau du calcaire pisolitique avait changé considérablement lors du dépôt de l'assise qui lui a succédé dans le bassin de Paris.

Mais avant de quitter le calcaire pisolitique, constatons que l'âge de cette assise, si longtemps contesté au nom de la paléontologie, n'est plus actuellement l'objet d'aucune incertitude. M. Charles d'Orbigny, qui le premier l'avait, d'après des déterminations faites sur des moules intérieurs ou de mauvaises empreintes, rapporté au calcaire grossier, vient enfin d'adopter (1) l'opinion soutenue depuis si longtemps par M. Élie de Beaumont, qui dès 1834 en avait fait du terrain crétacé. — Heureusement, ici comme toujours, lorsqu'il n'y a pas d'erreur d'observation, la paléontologie et la stratigraphie étaient parfaitement d'accord. Une série d'échantillons bien conservés, que j'ai eu l'honneur de mettre sous les yeux de la Société le 1er mars 1847 (2) a mis ce fait hors de doute ; il a été facile de voir qu'aucune espèce n'était tertiaire.

Les fossiles sont aussi abondants dans le calcaire pisolitique que dans le calcaire grossier, et s'il arrivait, comme cela a lieu, pour ce dernier, qu'il pût se présenter sur quelque point à l'état de sable calcaire, renfermant les coquilles avec leur test, les collections s'enrichiraient d'une faune admirable. — Aujour-

(1) *Dict. universel d'histoire naturelle*, t. XII, p. 506, art. TERRAINS.

(2) *Bull.*, 2 série, vol. IV, p. 517.

d'hui on est obligé de tailler péniblement dans une roche d'une dureté excessive plusieurs échantillons pour représenter une seule espèce ; aussi n'a-t-il été possible de reconnaître et de recueillir qu'un nombre d'espèces fort limité. — M. Alc. d'Orbigny, à qui j'ai remis tous ces matériaux, en doit prochainement publier la description.

Après le calcaire pisolitique, que s'est-il déposé dans le bassin de Paris? On est étonné de la divergence des opinions qui se sont produites au sujet de nos premières couches tertiaires.

Pour ne citer que celles qui ont été le plus récemment exprimées, nous voyons en 1847 M. Raulin, l'auteur de l'excellente carte géologique du bassin parisien, mettre à la base du terrain éocène et sur la même ligne comme dépôts synchroniques, le *calcaire pisolitique*, les *sables de Bracheux*, le *calcaire à végétaux de Sezanne*, le *calcaire lacustre de Rilly* (1). En 1848, M. Charles d'Orbigny (2) place l'argile plastique, comprenant à sa partie inférieure le *calcaire lacustre de Rilly*, au-dessous des sables marins glauconifères, et dans un tableau général des couches du sol parisien publié par le même auteur en 1849, nous trouvons en effet le *calcaire de Rilly* intercalé entre les lignites à *Cerithium variabile* et le *conglomérat* de Meudon à *Unios* et *Térédines*, dont il fait la base du terrain éocène.

Dans la séance du 5 juin 1848 j'avais établi (3) : 1° que le calcaire pisolitique avait été émergé après son dépôt, et qu'il en était résulté un lac où avaient vécu des coquilles d'eau douce ; 2° que ce lac comblé, au moins en partie, par des sédiments, avait été détruit par une invasion des eaux marines ; 3° que dans les dépressions creusées dans l'emplacement de ce lac, des coquilles marines avaient vécu et s'étaient déposées au milieu de couches de sables, jusqu'au moment où, par suite de l'affluence des eaux douces, le golfe marin s'était trouvé transformé en immenses lagunes d'eau saumâtre parsemées de petits lacs d'eau douce. Il résultait de là, pour les dépôts

(1) *Patria*, p. 369.
(2) *Dict. univ. d'hist. naturelle*, p. 507, art. TERRAINS.
(3) *Bull.*, 2e série, t. V, p. 406 et 407.

qui ont suivi le calcaire pisolitique, l'ordre chronologique suivant, en commençant par le plus ancien :

1° Sable blanc et calcaire lacustre de Rilly.
2° Sables marins de Bracheux et Châlons-sur-Vesle.
3° Lignites.

Les raisons qui avaient suffi pour déterminer ma conviction n'ont pu entraîner celle des autres observateurs (1). Aujourd'hui je puis m'appuyer sur nos observations communes, dont quelques unes, entièrement nouvelles, et plus concluantes, plus palpables encore que tout ce que j'avais dit précédemment, ne permettent plus le doute. La coupe de Châlons-sur-Vesle à Chenay (pl. V, fig. 2) montre avec la plus complète évidence que l'ordre que je viens de rappeler est le vrai : l'assise la plus ancienne, après le calcaire pisolitique, est sans contredit la *formation lacustre de Rilly*.

3° *Sables blancs et marnes lacustres de Rilly.*

Les *sables blancs*, si reconnaissables à leur extrême pureté, se rencontrent soit seuls, soit recouverts par les marnes lacustres sur une foule de points. La Société les a vus à Hermonville, à Trigny, à Châlons-sur-Vesle, à Toussicourt, à Sermiers, à Rilly, à Romery et à Fleury. Ils occupent généralement un niveau compris entre 120 et 150 mètres d'altitude, et, comme l'épaisseur de cette assise est d'environ 15 mètres, on voit que les variations d'altitude se réduisent à peu de chose sur une étendue de 24 kilomètres du N. au S., d'Hermonville et de Prouilly à Rilly. Or, à 34 kilomètres au S. de Rilly, au mont Aimé, le calcaire pisolitique se trouve tout d'un coup porté à 240 mètres d'altitude, 90 mètres de différence. Si cette différence provenait d'un relèvement du sol postérieur au dépôt des sables et marnes de Rilly, cette assise ne se serait pas

(1) Outre M. Ch. d'Orbigny, je citerai M. d'Archiac, *Hist. des progrès de la géologie*, t. II. Dans ce volume, qui a paru le 2 novembre 1849, après la réunion extraordinaire d'Épernay, l'auteur a combattu mes opinions sur plusieurs points ; ne pouvant lui répondre ici, je lui demande la permission de le faire dans une prochaine séance.

maintenue à ce niveau constant; elle plongerait beaucoup plus au N.; à Pévy, l'altitude serait de 95 mètres au lieu de 150. Mais il y a plus : on sait que ce même calcaire lacustre existe à Sezanne, c'est-à-dire à 24 kil. au S. du mont Aimé, à une altitude de 170 mètres. Le calcaire pisolitique du mont Aimé se trouve donc à 70 mètres au moins au-dessus du niveau des marnes et calcaires lacustres de Rilly, qui n'en sont éloignés que de 24 kilomètres au S., à Rilly, et de 23 kilomètres au N., à Romery. Il en résulte nécessairement que cette différence de niveau est indépendante des mouvements du sol postérieurs au calcaire lacustre de Rilly, et qu'elle existait lors du dépôt de ce calcaire.

Ainsi, après le dépôt de la dernière couche du calcaire pisolitique, et avant celui de la première couche des sables de Rilly, il s'est passé des phénomènes par suite desquels le fond du golfe, où s'était déposé le calcaire pisolitique, a été considérablement élevé au-dessus de son ancien niveau. L'exhaussement du sol a été en outre accompagné ou suivi d'un ravinement ou d'une dénudation de 100 mètres de profondeur. La dépression qui en a été le résultat a reçu des eaux douces, et est devenue un lac encaissé dans la craie, recouverte en partie par le calcaire pisolitique, notamment au mont Aimé et à Vertus, et où, après le dépôt d'une couche de sable de 7 à 8 mètres d'épaisseur, a été enfoui un ensemble remarquable de mollusques, dont M. de Boissy vient de donner la description dans nos Mémoires.

Il y a donc entre le calcaire pisolitique et la formation lacustre de Rilly une discordance de stratification beaucoup plus considérable que celle que nous avons remarquée entre la craie blanche et le calcaire pisolitique. Cette dernière peut et doit probablement s'être établie par suite d'un soulèvement lent, et dont l'effet total a d'ailleurs été peu considérable. En est-il de même du second? Rien n'a pu jusqu'à présent nous l'indiquer. Nous en sommes réduits aux hypothèses; mais ces hypothèses ne peuvent point sortir des termes suivants : Si le soulèvement a été long, il correspond à une durée plus grande que celle qui a séparé la craie de Meudon du calcaire pisolitique, et pendant cette époque il a dû se déposer quelque part des couches d'une certaine importance; s'il a été brusque, il a donné nais-

sance à un dépôt de transport assez considérable, dont les éléments devraient être en grande partie le calcaire pisolitique et la craie. Jusqu'à ce jour, aucun indice de ce dépôt ne s'est offert à nous dans la contrée qui a fait l'objet de nos explorations, et les restes d'un dépôt de cette nature qui existent encore dans cette contrée, à Sezanne par exemple (1), contiennent des débris roulés du calcaire lacustre de Rilly, et attestent par conséquent une nouvelle révolution postérieure à ce dernier dépôt. La Société a pu s'assurer, en effet, que ce lac avait été envahi par les eaux marines, lesquelles, dans ce large sillon creusé au milieu des sables et des marnes coquillières qui s'y étaient accumulés, et pénétrant même dans la craie qui primitivement formait le fond du lac, avaient déposé des sédiments marins identiques avec ceux que l'on observe dans le nord du bassin de Paris, à Bracheux, Abbecourt, etc.

L'âge de ces sables marins ne saurait plus être contesté. La place que je leur avais assignée au-dessus de la formation lacustre de Rilly et au-dessous des lignites (2), la Société a pu la vérifier directement dans sa course de Châlons-sur-Vesle. Je n'insiste pas sur ce point suffisamment développé dans les procès-verbaux. Ces sables marins ne paraissent point s'être avancés au S., au delà de la route de Reims à Dormans; du moins on n'en rencontre point de vestiges. Les mouvements du sol qui ont donné lieu à cette invasion n'ont pas été nécessairement très considérables; car le niveau du dépôt marin n'a point dépassé celui de l'assise lacustre; mais néanmoins les buttes de Sezanne offrent un dépôt de transport d'épaisseur variable allant jusqu'à 7 à 8 mètres, et qui certainement est de cette époque.

Ce dépôt a été décrit ailleurs (3); il me suffira de rappeler ici que la craie ravinée des buttes de Sezanne est recouverte d'abord par plusieurs mètres de silex roulés de la craie, entassés les uns sur les autres, au milieu desquels se trouvent des fragments roulés de craie et de calcaire à *Physa gigantea*. Ces fragments

(1) *Bull.*, 2e série, t. V, p. 396.
(2) *Bull.*, 2e série, t. V, p. 406.
(3) *Bull.*, 2e série, t. V, p. 396.

se trouvent surtout à la base. Ce dépôt est recouvert par des assises horizontales de calcaire à végétaux et à *Physa gigantea* : le tout est adossé à la craie. Cette disposition remarquable, la manière dont les végétaux, dont ce calcaire est rempli, se trouvent empâtés pêle-mêle, la plupart repliés, contournés, comme le seraient des feuilles emportées par un torrent boueux, tout cela ne m'a pas permis de concevoir la formation de ce dépôt autrement que de la manière suivante :

Au moment où le lac de Rilly était rempli par les marnes et calcaires à *Physa gigantea*, en partie solidifiés, en partie à l'état de vase, l'irruption qui du N. se frayait un passage à travers l'emplacement de ce lac et y amenait des eaux marines, projetait au S., sur la rive crayeuse, les débris arrachés à la craie et au calcaire, en même temps que la partie vaseuse du dépôt lacustre était entraînée sur les végétaux qu'une circonstance quelconque, facile à imaginer, avait amassés sur les bords du lac. Par sa pesanteur spécifique, la boue lacustre devait se tenir à la partie supérieure des matières torrentielles, les silex et les fragments solides à la partie inférieure. Cette boue s'est consolidée et nous a conservé dans toute la netteté de leur organisation une partie des végétaux de cette époque.

Il est possible que cette invasion des eaux marines corresponde à un affaissement du sol, affaissement que rien n'annonce avoir dû être bien considérable.

Quoi qu'il en soit, on voit que la période qui vient de nous occuper, depuis la fin du dépôt de la craie blanche jusqu'au commencement des sédiments marins tertiaires, présente une série de phénomènes qui en font l'une des époques les plus importantes des temps géologiques.

A cette période appartient la ligne de démarcation qui sépare le terrain secondaire du terrain tertiaire, si toutefois on peut dire qu'une telle ligne existe d'une manière absolue. Et, en admettant son existence, on peut la placer, d'après ce que nous avons vu, soit après le dépôt du calcaire pisolitique, si ce dépôt a été suivi d'une oscillation violente du sol, soit après le calcaire lacustre de Rilly, au moment de l'invasion des eaux marines dans le golfe parisien.

Dans le premier cas, le terrain tertiaire commencerait dans

le bassin de Paris par un dépôt lacustre, et il resterait à mettre en évidence le dépôt qui s'effectuait dans le même temps et commençait la série marine tertiaire. Dans le second cas, cette série commencerait aux sables marins de Bracheux et de Châlons-sur-Vesles, et le calcaire à *Physa gigantea* serait crétacé ; bien que les probabilités soient en faveur de la première hypothèse, nous ne croyons pas qu'elles soient suffisantes pour la donner comme une théorie positive.

4° *Sables marins de Châlons-sur-Vesle, de Brimont, etc.*

A partir de ce moment, et pendant toute la période éocène, les couches tertiaires présentent une régularité qui atteste le calme le plus parfait. Aucune dénudation notable, aucun ravinement apparent ne subsistent comme traces d'une action violente qui se serait exercée pendant ce long intervalle. Des oscillations lentes ont seulement modifié les relations des couches successives.

Les premiers dépôts marins sont caractérisés par un certain nombre d'espèces communes aux sables de Bracheux, d'Abbecourt, etc., dans le département de l'Oise, et de Brimont, dans le département de la Marne. Le plus remarquable de ces fossiles est la *Cyprina scutellaria*, Desh. Ces dépôts sont d'ailleurs beaucoup plus puissants et plus complets dans la Marne que dans l'Oise. Nous les avons en effet reconnus sur une épaisseur de 33 mètres à Châlons-sur-Vesle, de plus de 35 mètres à Brimont. Leur faune n'est pas moins riche ; elle l'est probablement bien davantage, parce qu'ils comprennent la partie supérieure de cette assise qui manque dans l'Oise. Nous devons à M. Graves une liste d'environ cent espèces des sables de Bracheux, Abbecourt et Noailles. M. Melleville de son côté a donné une liste de 41 espèces des sables de Châlons-sur-Vesle ; mais ce chiffre est bien loin d'approcher de ce qu'il devrait être. En effet, dans deux explorations, de quelques heures chacune, nous avons pu recueillir à Châlons-sur-Vesle et à Brimont 38 espèces ; une dizaine d'autres nous ont été fournies par M. Édouard de Brimont, et sur ces 48 espèces, 25 ne sont point dans la liste de M. Melleville, ce qui porte déjà à 66 le nom-

bre connu des espèces de cette assise dans la Marne. Voici la liste des 25 espèces qui ne sont point citées par M. Melleville.

1 *Astarte*. — Brimont.
1 *Avicula*. — Châlons.
1 *Beloptera belemnitoidea*, Blainv. — Brimont.
4 espèces nouvelles de Cérites. — Châlons.
1 *Corbula*, très voisine de la *C. angulata*, Desh. — Châlons.
1 *Corbula striata*, Lamk. — Châlons.
2 espèces nouvelles de Cyrènes. — Châlons.
1 *Cyclas*, n. sp. — Châlons.
1 *Cytherea bellovacina*. Desh. — Brimont.
2 espèces nouvelles de Lucines. — Châlons.
1 *Lucina scalaris*, Defr. — Châlons.
1 *Lucina uncinata*, Desh. — Châlons.
1 *Lucina angulata*, Desh. (*Axinus angulatus*, Sow.). — Châlons.
1 *Lymnæa* (coll. de M. de Brimont). — Brimont?
1 *Marginella ovulata*, Lamk. — Brimont.
1 *Modiola*. — Brimont.
1 *Psammobia rudis*. — Châlons.
1 *Pleurotoma tenuiplicata?* Melleville. — Châlons.
1 *Turritella edita*, Sow. — Châlons.
1 *Teredo*. — Brimont.

25

Cette faune se lie à celles qui lui ont succédé : aux *lignites*, par la *Melanopsis buccinoidea*, Fer., qui passe également dans l'assise suivante ; aux *sables de Cuise*, par la *Turritella edita*, très abondante dans les deux assises et par plusieurs autres espèces ; au *calcaire grossier*, par les espèces suivantes :

Corbula striata, Lamk.
Natica labellata, Lamk.
Turritella imbricataria, Lamk.
Beloptera belemnitoidea, Blainv.
Marginella ovulata, Lamk.
Psammobia rudis, Desh.

aux *sables de Beauchamps* par les quatre espèces :

Psammobia rudis, Desh.
Corbula striata, Lamk.
Natica labellata, Lamk.
Marginella ovulata, Lamk.

Deux de ces espèces sont faciles à confondre avec plusieurs de leurs congénères, mais la *Psammobia rudis* est une coquille très distincte; sa présence authentique à Chamery, où M. Deshayes et moi l'avons recueillie dans le calcaire grossier, et à Châlons-sur-Vesle, montre qu'elle a vécu pendant toute la période marine éocène. Je ne doute nullement qu'il n'en soit de même pour un certain nombre d'autres espèces, mais des rapprochements de cette sorte doivent être incontestables; autrement ils ne servent qu'à propager des erreurs.

Il est à remarquer que la faune de Châlons-sur-Vesle, c'est-à-dire de la partie supérieure de l'assise dont nous nous occupons en ce moment, n'est pas exclusivement marine; les Cyrènes nombreuses en espèces (cinq) et en individus, les Cyclades, les Hélix, les Mélanopsides, les Néritines, etc., indiquent assez que des eaux douces affluaient dans le golfe marin, mais principalement à la fin du dépôt de cette assise. Ces eaux douces sont alors devenues beaucoup plus abondantes; leurs sédiments ont recouvert les dépôts marins et se sont même étendus beaucoup plus loin que les sables marins sous-jacents.

5° *Lignites.*

Je ne veux point entrer dans le détail des couches qui constituent cette assise; j'insiste seulement sur leur position bien établie au-dessus de l'assise des sables marins, au-dessous des sables argileux sans fossiles qui supportent le calcaire grossier. Les observations faites par la Société de Châlons-sur-Vesle à Chenay, et d'Hermonville à Pouillon, ne laissent pas le moindre nuage sur ce point. J'ajoute en outre que cette assise se lie intimement à la précédente; car, de même que les dernières couches de l'assise marine contiennent un grand nombre de coquilles d'eau douce, de même aussi les couches inférieures des lignites recèlent un certain nombre d'espèces marines. Ainsi nous avons trouvé plusieurs exemplaires de *Lucines* dans les lignites du mont Sarrans, un Buccin, *Buccinum semicostatum*, Desh., à Aï et dans le Soissonnais, deux Fuseaux, l'un le *Fusus minax* à Aï et dans les lignites de Château-Thierry, l'autre non déterminé, espèce commune dans les lignites de

Wailly près Soissons, et voisine des Buccins. Ces exemples, qui se multiplieront certainement, ne permettent pas de douter qu'à l'époque des lignites la mer ne fût en communication directe ou momentanée avec les eaux dans lesquelles ils se déposaient.

6° *Assises postérieures aux lignites.*

Bientôt les eaux marines prédominent de nouveau; elles s'avancent, reprenant successivement leur ancien territoire, au N. d'abord, dans le Soissonnais, pendant que les eaux douces occupent encore le S.-E., en Champagne. C'est l'époque des *sables de Cuise*, où l'on trouve dans une faune riche d'ailleurs en fossiles marins quantité de coquilles d'eau douce; c'est aussi l'époque des *sables argileux* de la montagne de Reims. Enfin, les eaux marines recouvrent tout le golfe. Le *calcaire grossier inférieur*, dépôt exclusivement marin, est le produit de cette nouvelle époque.

Ces changements dans la nature des dépôts, produits par de légères et lentes oscillations de la surface du sol, se perpétuent dans la suite des temps et sont nombreux pendant la période éocène. Après le calcaire grossier inférieur et moyen, dépôts marins, le *calcaire grossier supérieur*, où les Cyrènes, les Cyclostomes et les Paludines, l'abondance même des Cérites comparés aux autres Gastéropodes, annoncent de nouveaux affluents d'eau douce. Ces affluents dominent même un instant à l'époque des *caillasses*, puis le golfe redevient marin, mais sur une étendue un peu plus circonscrite, et la riche faune des *sables de Beauchamps*, quoique recelant encore de rares débris d'eau douce, annonce une multiplication d'espèces au moins aussi surprenante qu'à l'époque du calcaire grossier inférieur.

La fin des sables de Beauchamps est encore marquée par ces alternances de lits d'eau douce et d'eau saumâtre si remarquables dans les lignites; puis le golfe marin se trouve transformé en lac, où le *calcaire siliceux de Saint-Ouen*, pétri de Lymnées, de Planorbes, etc., s'est déposé sous une épaisseur assez faible, de manière à ne pas même franchir la ligne de dunes qui l'environnait du côté de la mer, et qui très probablement était

la cause de cette métamorphose du bassin en lac d'eau douce. Le calcaire à Lymnées s'étend d'ailleurs à l'E. jusqu'à l'extrémité de la montagne de Reims.

Un événement quelconque, il fallait pour cela bien peu de chose, détruit la barrière de sable qui s'était formée devant les eaux marines, ou annule son effet; celles-ci s'introduisent de nouveau, mais sans faire de dégâts, sans rien changer à la nature des dépôts qui s'effectuaient alors; des espèces marines pullulent, une Pholadomye surtout, très abondante à Ludes, à Verzenay, et qui existe aussi à Montmartre et à La Chapelle. Ce dépôt marin est très mince. A la partie inférieure, on trouve dans le même lit les coquilles marines et les coquilles lacustres; à Ludes et à Verzenay, le *calcaire marin* ne diffère nullement, sous le rapport minéralogique, du calcaire lacustre. A Montmartre, à La Chapelle, à Saint-Maur, les mêmes fossiles marins se trouvent dans des marnes, et ces marnes sont identiques avec celles d'eau douce qui les environnent.

Ce dépôt marin est recouvert immédiatement, aussi bien dans la montagne de Reims qu'à Paris, par des marnes qui commencent la grande *formation lacustre de la Brie*, et qui prouvent que le lac s'est reconstitué, probablement par suite d'une oscillation nouvelle du sol, de laquelle il est résulté que les eaux douces ont pu occuper un emplacement plus considérable qu'à l'époque du calcaire à Lymnées de Saint-Ouen, puisque nous avons retrouvé cette assise au mont Aimé, sur le calcaire pisolitique, au mont Août, sur la craie.

Je m'arrête ici, la Société n'ayant point eu occasion de pousser ses observations sur des couches plus récentes.

Je me borne à dire en terminant que des vestiges des *sables de Fontainebleau* subsistent encore sur les sommités des plateaux de meulières en divers points de la montagne de Reims, ce que du reste la carte de M. Raulin indique parfaitement.

M. Dutemple, président, déclare que la session extraordinaire de 1849 est close.

Nous joignons à ces procès-verbaux une lettre de M. Virlet, qui ne nous est parvenue qu'après la clôture de la session.

(*Note du Secrétaire.*)

A Monsieur le Président de la réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Épernay.

Monsieur le président,

Empêché de me rendre, ainsi que j'en avais le projet, aux réunions de la Société à Épernay, je viens, pour le cas où elle pousserait ses courses jusqu'aux environs de Reims, lui signaler un fait intéressant que j'ai eu occasion d'y observer, il y a plus de dix ans, et que j'engage nos collègues à aller vérifier s'ils en ont le temps.

Végétation anomale du hêtre. Il existe, dans la forêt de la Montagne de Reims, sur le territoire de la commune de Verzy, chef-lieu de canton situé à trois lieues et demie environ au S.-E. de la ville de Reims, une localité où les hêtres (vulgairement *foyards*) poussent tous d'une manière rabougrie et avec des caractères tout à fait contrastants avec les formes droites et élancées ordinaires de cette essence de bois. Ici toutes les branches sont au contraire biscornues et forment autant de *tortillards*, dont l'ensemble présente des touffes d'un aspect fort singulier. Aussi va-t-on visiter ce lieu, comme une des curiosités naturelles les plus intéressantes ; et en effet, nulle part, peut-être, des phénomènes anomaux de physiologie végétale ne se présentent d'une manière aussi constante et aussi régulière à l'observation du naturaliste.

Lorsque je m'y rendis avec un ami, M. Houzeau-Muiron, député de Reims, chimiste et industriel fort distingué et très regrettable, nous avions principalement pour but d'examiner un gisement de minerai de fer qui se trouve précisément dans le même lieu, et que, d'après mes avis, il avait alors le projet d'utiliser en le traitant par la tourbe, si abondamment répandue dans toute la vallée de la Vesle. Ce minerai, à structure semi-oolithique, y forme une couche de deux à trois pieds de puissance, qui m'a paru, autant du moins que mes souvenirs peuvent me le rappeler, appartenir à l'étage des meulières. Il accuserait donc un horizon ferrugineux auquel se lieraient les minerais de même nature de Beaumont et de l'Isle-Adam, que M. Michelin

et moi nous avons rencontré comme supérieur à celle que géologique.

Frappé tout d'abord du phénomène de végétation extraordinaire que présente cette partie de la forêt de Vergi, et sachant que les jeunes plants de hêtre qui y sont épars, ont été plus à différentes fois et transportés ailleurs par ceux qui les arrachent pour les reprendre leur part [illegible], je dus naturellement attribuer la cause de cette monstruosité, qu'on pourrait, par une certaine analogie, appeler un véritable *vogetal*, à une influence du sol, et j'eus bientôt reconnu qu'elle tenait surtout à la présence du minerai de fer hydraté qui en occupait la surface, et dont la limite me fut prononcée indiquée par la végétation anormale du hêtre, en sorte que la végétation vint ici servir d'indices certains (1) à nos recherches géologico-industrielles et nous donner exactement la limite du gisement de fer, car au delà, tout à l'entour, les hêtres affectent une venue parfaitement droite.

Est-ce à l'influence du minerai de fer seul que serait due cette remarquable anomalie organique? ou serait-elle la conséquence de phénomènes électro-chimiques, développés par le contact de ce minerai avec les autres éléments du sol? ou bien ne serait-elle pas tout simplement due à l'influence d'un sous-sol dur et peu profond, qui, en ne permettant pas aux racines de prendre leur développement habituel, réagirait en même temps sur les tiges? Ce sont là des questions qu'il n'était guère permis de résoudre dans une course beaucoup trop rapide, mais qui me paraissent dignes de fixer l'attention de la Société; car cette végétation tout insolite est certainement due à quelque influence du sol, et mériterait d'être constatée par une figure

---

(1) La végétation, vue dans son ensemble et en grand, lorsqu'on a l'habitude d'observer un pays, peut jusqu'à un certain point guider dans les reconnaissances géologiques et s'ajouter aux indices que la nature des roches imprime presque toujours aux formes des montagnes et du terrain. C'est ainsi qu'il m'est souvent arrivé, en Grèce, de distinguer à l'aspect de la végétation seule, à de très grandes distances et à l'aide d'une bonne lunette, instrument que je regarde comme aussi indispensable au géologue voyageur que le marteau et la boussole, les différents étages d'une formation ou les différentes formations entre elles. J'ai cité à ce sujet quelques exemples remarquables, et notamment à l'occasion de la grande formation des poudingues du système crayeux de la Messénie, à la page 193 de la *Géologie de la Grèce*.

comparative des deux végétations, ce que je me proposais toujours, au reste, de faire moi-même en l'accompagnant d'une note descriptive des lieux, si mes affaires m'eussent fourni plus tôt l'occasion d'aller de nouveau visiter cette localité intéressante à divers titres.

Gouffre naturel et perte d'un ruisseau. Je crois devoir encore signaler à l'attention de la Société un autre phénomène géologique qu'elle pourra également visiter en passant : c'est celui que présentent les eaux d'un ruisseau du bois du Gouffre, qui aboutissent, près du petit village de Germaine, situé à deux ou trois lieues au N. d'Épernay, près de la route de Reims, à une espèce d'abîme, surnommé dans le pays le *Trou-du-Diable*, où elles se précipitent en cascades et se perdent complétement. Cette chute, surtout quand les eaux du ruisseau ont été gonflées par les pluies ou la fonte des neiges, offre un spectacle qui n'est pas dénué d'une certaine grandeur; il représente, sur une échelle plus petite le phénomène des *Katavotrons* de la Grèce, gouffres où se précipitent également les eaux de ses plaines fermées.

TABLE GÉNÉRALE DES ARTICLES

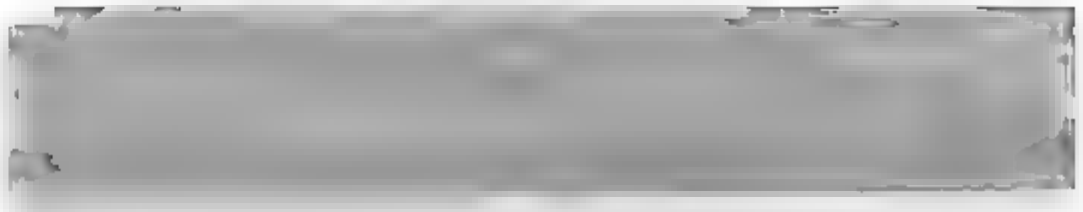
CONTENUS DANS CE VOLUME.

VIQUESNEL. — Nouvelles preuves du déplacement de la matière charbonneuse postérieurement au dépôt des terrains à combustibles. 12
POMEL (A.). — Note sur le terrain crétacé d'Aix-la-Chapelle. . . . 15
DUROCHER (J.). — Sur les gîtes métallifères de la Suède, de la Norwége et de la Finlande. 29
ID. — Sur les rapports entre la nature des terrains et leurs productions végétales en Bretagne 34
BOURJOT (A.). — Notice géologique sur les environs de Forges-les-Eaux (Seine-Inférieure). 44
POMEL (A.). — Recherches sur la distribution géographique des Mammifères insectivores monadelphes 56
ROUAULT (MARIE). — Sur la composition du test des Trilobites et les changements de formes accidentels (pl. I, II) 67
COQUAND (H.). — Sur un filon antimonifère, les solfatares, les alunières et les lagoni de la Toscane, et sur l'accroissement de température en profondeur. 91
COLLOMB (E.). — De la marche compliquée des blocs erratiques. . . 161
RIVIÈRE (A.). — Sur les filons de blende et de galène de la grauwache de la rive droite du Rhin, dans la Prusse 171
DUROCHER (J.). — Observations sur les phénomènes littoraux en Bretagne, et remarques sur les agents erratiques de la Scandinavie. 197
DELESSE (A.). — Sur la protogine des Alpes 230
LE TRÉSORIER. — Compte des recettes et des dépenses de 1848. . . 257
LA COMMISSION. — Rapport sur la gestion du Trésorier pendant l'année 1848 260
DAVIDSON. — Observations sur quelques Brachiopodes siluriens et sur quelques espèces de Leptæna du lias et du marlstone d'Angleterre 271
SAEMANN (L.). — Note sur quelques coquilles de la famille des Rudistes. 280
DESHAYES. — Observations sur la communication de M. Saemann. . 285
COQUAND (H.). — Description des terrains primaires et ignés du département du Var (analyse). 289
DAMOUR (A.). — Nouvelles analyses de la Périklase. 311
ID. — Nouvelles analyses de la Saphirine. 315
FAVRE (A.). — Sur l'origine des dolomies du Tyrol 318
BAYLE. — Sur le gisement des fossiles de Saint-Cassian. 323

Le Trésorier. — Présentation du budget pour 1849 327
Coquand (H.). — Note sur les minerais de fer des départements de l'Aveyron, du Lot, de Lot-et-Garonne, du Tarn, de Tarn-et-Garonne et de la Charente-Inférieure, etc. (Pl. III). . . . 328
Id. — Sur le parallélisme des assises crétacées et tertiaires des bassins du Rhône et de Paris. 365
Pomel (A.). — Observations sur la note précédente. 371
Delanaye. — Note sur les schistes de Muse (Saône et-Loire). . . . 374
Rouault (Marie). — Note sur de nouvelles espèces de Trilobites découvertes en Bretagne 377
Delesse (A.). — Note sur une roche porphyrique, à base de feldspath andesite, intercalée dans le terrain de transition de Chagey (Haute-Saône). 383
Dérocher (J.). — Observations sur la note précédente. 388
Delesse (A.). — Sur la présence d'eau de combinaison dans les roches feldspathiques. 393
Deville (Ch.). — Analyse d'une roche de Rothenbrunn, près Schemnitz 410
Durocher (J.). — Sur l'emploi des matières minérales à l'amendement des terres, et sur le défrichement des landes de la Bretagne. 415
Dale Owen (D.). — Extrait d'un rapport sur la géologie du Wisconsin et de l'État de Jowa (États-Unis). 419
Sorignet (l'abbé). — Liste des Échinides du département de l'Eure . 441
Sarmann (L.). — Sur le terrain crétacé du N.-O. de l'Allemagne et sur le même terrain en France. 446
Fournet. — Sur la ductilité de la houille. 458
Hébert (Ed.). — Sur les fossiles tertiaires du Limbourg et sur ceux de la couche à Ostrea cyathula du bassin de Paris 459
Toschi. — Sur les terrains qui environnent le petit volcan de Pietramala (Toscane) 473
Favre (A.). — Sur la géologie de la vallée du Reposoir (Savoie). . . 476
Collomb (Ed.). — Sur le terrain quaternaire du bassin du Rhin. — De l'origine du lehm 479
Fournet. — Aperçus sur diverses questions géologiques 502
De Verneuil (Ed.). — Sur le terrain nummulitique des Asturies. . . 522
Coquand (H.). — Sur un échantillon de stéaschiste renfermant une Lima gigantea 525
Raulin (V.). — Sur le terrain à Nummulites des Pyrénées 531
Boubée (N.). — Observations sur les conditions géologiques du choléra. 540
Id. — Observations sur les conditions géologiques du choléra (fin). 545
Delesse (A.). — Recherches sur l'Euphotide des Alpes et des Vosges. 547
Hébert (Ed.). — Note sur les fossiles du crag, recueillis au Bosc-d'Aubigny (Manche) 559
De Buch (L.). — Sur les limites de la craie et sur les fossiles crétacés du Caucase. 564
Leymerie (A.) — Extrait d'un Mémoire sur un nouveau type pyrénéen parallèle à la craie proprement dite 568
Hébert (Ed.). — Observations sur la communication précédente . . 569

MARCOU (J.). — Sur la houille de Chesterfield, près de Richmond (Virginie). 572
PAILLETTE (A.) et BÉZARD (E.). — Sur le gisement et la composition chimique de quelques minerais de fer de la province des Asturies (Espagne) (Pl. IV) 575
D'HOMBRES-FIRMAS. — Études hydro-géologiques 599
HÉBERT (ED.). — Sur les poches diluviennes à ossements fossiles d'Auvers (Seine et-Oise) 604
VIRLET D'AOUST. — Notes sur les atterrissements récents de l'embouchure de la Seine. 606
ID. — Sur la formation de la tangue et son emploi en agriculture 612
ID. — Sur une théorie des oscillations séculaires de la surface du globe 616
GRAFF et FOURNET (J.). — Note sur les terrains de transition des environs de Neffiez et Roujan (Hérault). 625
DE VERNEUIL (ED.). — Notes sur les fossiles rencontrés dans ces terrains. 627
DELESSE (A.) — Recherches sur le porphyre quartzifère. 628
SCHERER. — Réponse aux objections de M. Durocher sur l'origine du granite 644
GRUNER. — Sur un amas de fer oxydulé et de bisilicate ferreux dans les schistes grenatifères des Maures (Var) 654
COQUAND (H.). — Sur les substances rayonnées fibreuses qui accompagnent divers minerais du Campiglièse et de l'île d'Elbe (Toscane) 671
RAULIN (V.). — Sur l'âge des sables de la Saintonge et du Périgord et de plusieurs minerais de fer tertiaires de l'Aquitaine. . . 679
LORY (CH.). — Sur la présence et les caractères de la craie dans le Jura. 690
HÉBERT (ED.). — Compte rendu de la Réunion extraordinaire à Épernay (Marne) (Pl. V). 695

FIN DE LA TABLE GÉNÉRALE DES ARTICLES.



BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE.

TABLE

DES MATIÈRES ET DES AUTEURS

POUR LE SIXIÈME VOLUME.

(DEUXIÈME SÉRIE.)

Année 1848 à 1849.

A

Agates. Leur mode de formation, p. 510. 520.

Allemagne N.-O. Comparaison de son terrain crétacé avec celui de la France, p. 446.

Alpes. Sur la Protogyne, p. 230, 253. — Sur l'Euphotide, p. 547. — Marche des blocs à la surface des glaciers, p. 164.

Alunières de la Toscane, p. 130.

Ammonites communes à plusieurs terrains, p. 325. — Sur les Cératites, p. 564.

Antimoine. Sur un filon antimonifère de Toscane, p. 91.

Aptychus dans un Scaphite, p. 566.

Aquitaine. Gisement des minerais de fer de la partie située au N. de la Garonne, p. 328. — Age des sables de la Saintonge et du Périgord, et de plusieurs minerais de fer tertiaires, p. 679. — Post-diluvium toulousain, p. 10. — Sur le lehm, p. 500.

ARCHIAC (D'). Observations diverses, p. 29, 370, 472.

Ardèche. Fer en grains du lias, p. 524.

Aube. Grès vert de Larrivour, p. 53.

Avis, p. 66.

AYMARD. Synchronisme de l'homme et de mammifères perdus dans la Haute-Loire, p. 55.

B

BAYLE. Sur la faune de Saint-Cassian (Tyrol), p. 323. — Espèces d'Ammonites communes à plusieurs étages et terrains, p. 325.

BEAUMONT (ELIE DE). Sur le lehm du bassin de Paris, p. 499. — Mode de formation des agates, p. 520.

Belgique. Sur les fossiles tertiaires du Limbourg, p. 459.

BÉZARD et PAILLETTE. Sur le gisement et la composition de minerais de fer des Asturies, p. 575.

Bibliographie, p. 5, 42, 65, 89, 166, 169, 255, 270, 289, 308, 326, 382, 457, 475, 525, 538.

BOISVILLETTE (DE). Diluvium ossifère d'Eure-et-Loir, p. 11.

BOUBÉE. Sur le Lehm du bassin de la Garonne, p. 500. — Sur les conditions géologiques du choléra, p. 540. — Observations, p. 11, 229, 251, 322, 377, 412, 418, 519, 530.

BOURJOT. Sur les environs de Forges-les-Eaux (Seine-Inférieure), p. 44.

Brachiopodes. Sur quelques uns de ceux du terrain silurien d'Angleterre,

p. 271. — Sur des *Leptæna* du lias de France et d'Angleterre, p. 275. — Observations, p. 277.
Bretagne. Granite de deux âges, p. 518. Trilobites nouveaux, p. 377. — Sur les phénomènes littoraux, p. 197. — Emploi des matières minérales à l'amendement des terres et défrichement des landes, p. 413.
Buch (de). Sur les Cératites, p. 564. — Sur les limites de la craie à la surface du globe, 564. — Sur un Scaphite avec Aptychus, p. 566 — Sur le terrain crétacé du Caucase, p. 566.
Budget pour 1849, p. 327.

C

Canada occidental. Terrain silurien, p. 419.
Caucase. Sur son terrain crétacé, p. 566.
Christol (de). — Singes fossiles à Montpellier (Hérault). p. 169.
Clément-Mullet. Grès vert de Larrivour (Aube), p. 53.
Collomb. De la marche compliquée des blocs erratiques faisant table à la surface des glaciers, p. 161. — Sur le terrain quaternaire du bassin du Rhin et les relations d'âge entre ceux de la plaine et de la montagne. De l'origine du lehm, p. 479.
Comptes du trésorier, p. 43, 257, 476. Rapport sur la gestion du trésorier en 1848, p. 260. — Subvention du ministère de l'instruction publique, p. 256.
Coquand. Sur un filon antimonifère, les solfatares, les alunières et les lagoni de la Toscane, p. 91. — Sur l'accroissement de température en profondeur dans ce pays, p. 155. — Observations sur les Brachiopodes, p. 277. — Sur les terrains primaires et ignés du département du Var, p. 289. — Sur les minerais de fer des départements de l'Aveyron, du Lot, de Lot-et-Garonne, du Tarn, de Tarn-et-Garonne et de la Charente-Inférieure, p. 328. — Parallélisme des assises crétacées et tertiaires des bassins du Rhône et de Paris, p. 365. — Fossiles du terrain à Nummulites de l'Inde, p. 369. — Sur un Stéachiste avec *Lima gigantea* de la Ligurie, p. 525. — Sur un fer oxydulé du Var, p. 670. — Sur des silicate fibro-rayonnés de la Toscane et de l'île d'Élbe, p. 671. — Observations, p. 197, 229, 322, 374, 519.
Craie. Ses limites à la surface du globe, p. 564.

D

Damour. Analyse de la Périklase de la Somme, p. 311. — Analyse de la Saphirine du Groënland, p. 315. — Observations, p. 254, 393.
Davidson. Sur quelques Brachiopodes siluriens d'Angleterre, p. 271. — Sur des *Leptæna* du lias de France et d'Angleterre, p. 275.
Delahaye. Sur les schistes de Muse (Saône-et-Loire). p. 374.
Delesse. Sur la Protogine des Alpes, p. 230, 253. — Sur une roche porphyrique à base d'Andésite du terrain de transition de Chagey (Haute-Saône), p. 383. — Sur la présence de l'eau dans les roches feldspathiques, p. 393. — Sur la Minette des Vosges, p. 518. — Recherches sur l'Euphotide des Alpes et des Vosges, p. 547. — Sur le porphyre quartzifère, et en particulier sur celui du Morvan, p. 629. — Observations, p. 322, 530.
Deshayes. Observations sur les Rudistes, p. 285. — Observation, p. 279.
Deville. Sur un feldspath avec carbonate de chaux de Hongrie, p 410. — Observation, p. 387.
Dolomie. Son origine dans le Tyrol, p. 318. — Son origine, p. 516.
Durocher. Sur les gîtes métallifères de la Suède, de la Norvége et de la Finlande, p. 29. — Sur les rapports entre la nature minérale des divers terrains et leurs productions végétales, p. 34. — Sur les phénomènes littoraux, surtout en Bretagne, et les agents erratiques, surtout en Scandinavie, p. 197. — Présence de l'eau dans les feldspaths, p. 388. — Sur l'emploi des matières minérales à l'amendement des terres et le défrichement des landes en Bretagne, p. 413.

E

[illegible] p. 41.
[illegible] p. 3[illegible]. — [illegible]
[illegible] — [illegible]
[illegible]
[illegible] p. 15.
[illegible] — [illegible]
[illegible] p. 373.
[illegible] Sur la [illegible] p. 41[illegible]. — [illegible] de la [illegible] p. 3[illegible].
[illegible] des Alpes et des Vosges, p. 3[illegible].
[illegible] p. [illegible].
[illegible] p. [illegible].

F

F[illegible] de l'Ardèche, p. 3[illegible].
Favre. Origine des [illegible] de Lyon, p. 30[illegible]. — Sur [illegible] en Savoie, p. [illegible].
Feldspaths. Sur [illegible] p. 3[illegible]. — [illegible] p. [illegible].
Fer. Gisement des minerais sur le bord du plateau central de la France et dans l'Aquitaine, p. 3[illegible]. — Gisement et composition de ses minerais dans les Asturies, p. [illegible].
Fer oligiste. Sa formation par voie aqueuse, p. 22[illegible].
Fer oxydulé du Var, p. 652 et [illegible].
Fournet. Formation du fer oligiste par la voie aqueuse, p. 229. — Sur la [illegible] de sa [illegible], p. 436. — Roches granitiques de deux âges à Lyon, p. 500. — Sur la [illegible] du Rhône, p. 503. — Sur les Mélaphyres du Tyrol, p. 50[illegible]. — Sur des Porphyres du Rhône, p. 50[illegible]. — Sur les Serpentines de la Toscane et de l'île d'Elbe, p. 509. — Formation des Agates, p. 510. — Origine des filons métallifères, surtout de la Toscane, p. 5[illegible]. — Origine de la dolomie, p. 51[illegible].
Fournet et Graff. Sur les terrains à fossiles anciens de Neffiès et de Roujan (Hérault), p. 625.

G

Gard. — Études hydrologiques, p. 599.
G[illegible]. Sur le terrain crétacé d'Aix-la-Chapelle, p. 509.
Géologie agricole. Rapports entre la nature des terrains et leurs productions végétales, p. 34. — Emploi des matières minérales à l'amendement des terres et défrichement des landes en Bretagne, p. 413. — Emploi de la tangue dans la Manche, p. 612. — Végétation anomale du hêtre à Reims, p. 734.
Géologie médicale. Conditions du choléra, p. 592.
Glaciers. Marche compliquée des blocs qui sont à leur surface, p. 162. — *Id.* dans les Alpes, p. 164.
Graff et Fournet. Sur les terrains à fossiles anciens de Neffiès et de Roujan (Hérault), p. 625.
Granite. Sur son origine, p. 644.
Granitiques (roches) de deux âges à Lyon, p. 500; en Bretagne, p. 518.
G[illegible]. Sur un amas de fer oxydulé et de bisilicate terreux dans les schistes grenatifères des Maures (Var), p. 654.

H

Hébert. Sur les fossiles tertiaires du Limbourg et sur ceux de la couche à *Ostrea cyathula* du bassin de Paris, p. 459. — Sur des fossiles du crag du

Bosc-d'Aubigny (Manche), p. 559. Sur le terrain crétacé de Monléon (Hautes-Pyrénées), p. 569. — Ossements des poches diluviennes du grès d'Auvers (Seine-et Oise), p. 604. — Comptes rendus des explorations de la Société dans le département de la Marne, p. 695. Craie, p. 701, 703, 712, 720. Calcaire pisolithique, p. 701, 722. Calcaire de Rilly, p. 700, 706, 710, 725. Sables de Bracheux, p. 709, 712. 729 Argile à lignites. p. 698, 704, 706, 708, 714, 717, 731. Calcaire grossier, p. 696, 714, 732. Terrain lacustre de la Brie, p. 695, 707, 718, 732. — Observation, p. 418.

Hérault. Singe fossile, p. 169. — *Leptæna*, du lias, p. 276. — Terrains de transition à fossiles, p. 625.

Homberg-Fiamas (d'). Etudes hydrologiques dans le Gard, p. 599.

Homme contemporain de Mammifères perdus dans la Haute Loire, p. 55.

Houille. Déplacement postérieur de la matière charbonneuse dans le Maine-et-Loire, p. 12. — Sur sa ductilité, p. 458.

I

Inde. Fossiles du terrain à Nummulites, p. 369.

J

Jura. Présence et caractères du terrain crétacé, p. 690.

K

Koninck (de). Fossiles du terrain permien au Spitzberg, p. 412. — Observation, p. 418.

L

Lagoni de la Toscane, p. 147.

Landriot. Sur les fossiles des schistes de Muse (Saône-et-Loire), p. 90.

Le Blanc. Observations, p. 288, 318, 418.

Lehm. Son origine dans le bassin du Rhin, p. 479. — Celui du bassin de la Garonne, p. 500.

Leymerie. Sur un terrain crétacé de Monléon (Hautes-Pyrénées), p. 568.

Liguria. Stéachiste à *Lima gigantea*, p. 525.

Loire (*Haute-*). Mammifères et homme fossiles, p. 55.

Lory. Présence et caractères de la craie dans le Jura, p. 690.

M

Maine-et-Loire. Déplacement postérieur de la matière charbonneuse dans le dépôt à houille, p. 12.

Mammifères des poches diluviennes d'Auvers (Seine-et-Oise), p. 604.

Mammifères insectivores vivants. Leur distribution géographique et indication des fossiles, p. 56.

Manche. Fossiles du crag, p. 559. — Formation de la tangue et son emploi dans l'agriculture, p. 612.

Marcou. Sur le terrain à houille de Richmond en Virginie, p. 572.

Marne. Réunion extraordinaire de la Société à Epernay, p. 695. — Craie, p. 701, 703, 712, 720. — Calcaire pisolithique, 701, 722. — Calcaire de Rilly, p. 700, 706, 710, 725. — Sables de Bracheux, p. 709, 712, 729. — Argile à lignites, p. 698, 704, 706, 708, 714, 717, 731. — Calcaire grossier, p. 696, 714, 732. — Terrain la-

custre de la Brie, p. 695, 707, 718, 732. — Gouffre naturel près d'Epernay, 736. — Végétation anomale du hêtre dans la forêt de la Montagne de Reims, p. 734.
MARTINS. Sur la marche des blocs à la surface des glaciers dans les Alpes, p. 164. — Sur les stries des roches, p. 226.
Mélaphyres du Tyrol, p. 506.
Membres nouveaux, p. 42, 166, 270, 308, 457, 474, 524, 538.
Métallifères (*filons*). Sur ceux de Blende et de Galène de la rive droite du Rhin, dans la Prusse rhénane, p. 171.
Métallifères (*gîtes*) de la Scandinavie, p. 29.
MICHELIN. Observations diverses, p. 323, 325, 418, 563.
Mollusques fossiles. Sur ceux du terrain tertiaire du Limbourg, et de la couche à *Ostrea cyathula* du bassin de Paris, p. 459. — Sur ceux du crag de la Manche, p. 559.
Morvan. Sur les porphyres quartzifères, p. 629.

O

Oscillations séculaires de la croûte du globe, p. 616.
OWEN (DALE). Sur la géologie du Wisconsin, de l'état de Jowa et de quelques parties du Canada occidental, p. 419.

P

PAILLETTE et BÉZARD. Sur le gisement et la composition de minerais de fer des Asturies, p. 575.
Paris (*Bassin de*). Sur les fossiles de la couche à *Ostrea cyathula*, p. 459. — Sur son lehm, p. 499.
Périklase de la Somme. Son analyse, p. 311.
Phénomènes hydrologiques dans le Gard, p. 599. — Gouffre naturel près d'Epernay (Marne), p. 736.
Phénomènes littoraux, surtout en Bretagne, p. 197.
Planches du bulletin. I et II, p. 88; III, p. 328; IV, p. 599; V, p. 710. — *Figures sur bois*. Cartes, p. 213, 214, 565; Coupes de terrains, p. 31, 50, 94, 124, 125, 135, 145, 164, 179, 198, 202, 212, 213, 294, 295, 298, 303, 305, 459, 473, 477, 481, 483, 486, 487, 522, 691, 714, 723. Roches, p. 554, 555, 637. Fossiles, p. 271, 276, 378, 564, 566.
Plateau central de la France. Gisement des minerais de fer de la bordure S.-O., p. 328.
POMEL. Sur le terrain crétacé d'Aix-la-Chapelle, p. 15. — Distribution géographique des Mammifères insectivores monodelphes vivants, et indication des fossiles, p. 56. — Age des dépôts d'eau douce ossifères de la Provence, p. 371. — Observations, p. 11, 310, 377.
Porphyres du Var, p. 292; de la Haute-Saône, p. 383; du Rhône, p. 507.
Porphyres quartzifères du Morvan, p. 629.
Protogine des Alpes, p. 230, 252.
Prusse rhénane. Sur les filons métallifères, principalement de Blende et de Galène de la rive droite du Rhin, p. 171. — Terrain crétacé d'Aix-la-Chapelle, p. 15, 309.
Pyrénées. Terrain à Nummulites, p. 531.
Pyrénées (*Hautes-*). Terrain crétacé de Monléon, p. 568.

R

RAULIN. Sur le post-diluvium toulousain, p. 10. — Quelques mots encore sur le terrain à Nummulites des Pyrénées, p. 531. — Age des sables de la Saintonge et du Périgord, et de plusieurs minerais de fer tertiaires de l'Aquitaine, p. 679. — Observations, p. 11, 695.
Rhin (*bassin du*). Sur son terrain quaternaire et sur l'origine du lehm, p. 479.
Rhône. Roches granitiques, p. 502. — Porphyres, p. 507.
Rhône (*bassin du*). Parallélisme de ses

assises crétacées et tertiaires avec celles du bassin de Paris, p. 365. — Age de la mollasse coquillière, p. 370. — Age des dépôts d'eau douce ossifères, p. 371.
Rivière. Sur les filons métallifères, principalement de Blende et de Galène de la rive droite du Rhin, dans la Prusse rhénane, p. 171. — Sur la Protogyne, p. 252. — Granite de deux âges en Bretagne, p. 518. — Sur les stéachistes, p. 527 et 530. — Observations, p. 307, 520.
Rouault (Marie). Sur la composition du test des trilobites et les changements de forme accidentels, p. 67. — Trilobites nouveaux de Bretagne, p. 377.
Roys (de). Age de la mollasse coquillière de la Provence, p. 370.
Rudistes. Observations sur leur structure et leurs rapports, p. 280, 285.

S

Sæmann. Sur quelques coquilles de la famille des Rudistes, p. 280. — Coup d'œil comparatif sur le terrain crétacé du N.-O. de l'Allemagne et celui de la France septentrionale, p. 446.
Saône (*Haute-*). Porphyre à base d'Andésite, p. 383.
Saône-et-Loire. Schistes bitumineux de Muse, p. 90, 374.
Saphirine du Groënland. — Son analyse, p. 315.
Savoie. Sur la vallée du Reposoir, p. 476.
Scandinavie. Sur les gîtes métallifères, p. 29. — Sur les agents erratiques, p. 197.
Scaphites avec *Aptychus*, p. 566.
Scherrer. Réponse aux objections de M. Durocher sur l'origine du granite, p. 644.
Seine-Inférieure. Sur les environs de Forges-les-Eaux, p. 44. — Alluvions tourbeuses de l'embouchure de la Seine, p. 606.
Seine-et-Oise. Mammifères fossiles des poches diluviennes du grès d'Auvers, p. 604.
Silicates fibro-rayonnés de la Toscane et de l'île d'Elbe, p. 671.
Singe fossile dans l'Hérault, p. 169.
Solfatares de la Toscane, p. 91.
Soriguet. Echinides fossiles de l'Eure, p. 441.
Spitzberg. Fossiles du terrain permien, p. 412.
Stéachiste à *Lima gigantea* de la Ligurie, p. 525, 527, 530.
Stries des roches, p. 226.
Studer. Sur le terrain diluvien du Tyrol, p. 445.

T

Température terrestre. Son accroissement dans les profondeurs en Toscane, p. 155.
Terrains d'alluvion. Dépôts tourbeux de l'embouchure de la Seine, p. 606. — Formation de la tangue dans la Manche, p. 612.
Terrain crétacé dans le Jura, p. 690; du N.-O. de l'Allemagne comparé à celui de la France, p. 446; d'Aix-la-Chapelle, p. 15, 309; du Caucase, p. 566; de Monléon (Hautes-Pyrénées), p. 568; des Asturies, p. 522.
Terrain diluvien du Tyrol, p. 445.
Terrain jurassique. Ses minerais de fer sur la bordure S.-O. du Plateau central de la France, p. 333. — Espèces de *Leptæna* du lias, p. 275.
Terrain à nummulites des Pyrénées, 531; des Asturies, p. 522. — Ses fossiles dans l'Inde, p. 369.
Terrain permien au Spitzberg, p. 412.
Terrains primaires du Var, p. 290.
Terrains quaternaires du bassin du Rhin, p. 479.
Terrain silurien du Wisconsin, de l'Etat de Jowa et de quelques parties du Canada occidental, p. 419.
Terrains tertiaires. Age des terrains d'eau douce du bassin du Rhône, 371. — Parallélisme de ceux des bassins du Rhône et de Paris, p. 365. — Sables ferrugineux et minerais de fer de la partie N.-E. de l'Aquitaine, p. 339, 679.
Terrains de transition à fossiles de l'Hérault, p. 625.
Toscane. Sur un filon antimonifère, les

solfatares, les alunières, les lagoni et l'accroissement de la température dans les profondeurs, p. 91. — Serpentine, p. 509. — Origine des filons métallifères, p. 513. — Silicates fibro-rayonnés, p. 671. — Terrains qui environnent le terrain ardent de Pietramala, p. 473.

Toscni. Sur les terrains qui environnent le terrain ardent de Pietramala en Toscane, p. 473.

Trilobites. Composition de leur test, déformations. p. 67. — Espèces nouvelles de Bretagne, p. 377.

Tyrol. Origine des Dolomies, p. 318. — Sur la faune de Saint-Cassian, p. 323. — Mélaphyres, p. 506. — Terrain diluvien, p. 445.

V

Var. Sur les terrains primaires et ignés, p. 289. — Fer oxydulé, p. 654 et 670.

Verneuil (de). Sur le terrain crétacé et le terrain à Nummulites des Asturies, p. 522. — Sur les fossiles des terrains anciens de Neffiez et de Roujan (Hérault), p. 627. — Observations, p. 34, 228, 256, 279.

Viquesnel. Déplacement de la matière charbonneuse, postérieur au dépôt du terrain à combustible de Maine-et-Loire, p. 12.

Virlet. Sur les alluvions tourbeuses de l'embouchure de la Seine, p. 606. — Sur la formation de la tangue dans la Manche et son emploi en agriculture, p. 612. — Sur les oscillations séculaires de la croûte du globe, p. 616. — Sur une végétation anomale du hêtre dans la forêt de la Montagne de Reims (Marne), p. 734. — Gouffre naturel près d'Epernay (Marne), p. 736.

Vosges. Sur la Minette, p. 518. — Sur l'Euphotide, p. 547.

W

Wegmann (de). Observations, p. 254, 419.

FIN DE LA TABLE.

ERRATA.

Pages.	Lignes.	
11,	1,	*au lieu de : Agnais, lisez :* Agenais.
32,	12,	*au lieu de :* de grès, *lisez :* de gneiss.
36,	21,	*au lieu de :* croissent spontanément, *lisez :* croissant spontanément varient.
38,	7,	*au lieu de :* Spargula, *lisez :* Spergula.
39,	29,	*au lieu de :* Caleopsis, *lisez :* Galeopsis.
53,	17,	*au lieu de :* Loniveur, *lisez :* Larrivour.
227,	11,	*au lieu de :* croyons, *lisez :* voyons.
227,	1	*des notes, au lieu de :* de géographie, *lisez :* géologique.
325,	27,	*au lieu de : tetricus, lisez : tatricus.*
361,	31,	*au lieu de :* Limagne, *lisez :* Lomagne.
361,	43,	*au lieu de :* Crion, *lisez :* Crèon.
369,		*dernière, après :* de Nummulites, *ajoutez :* , des Echinodermes.
369.		C'est par erreur que dans la liste de fossiles placée au bas de cette page on a cité les *Terebellum convolutum*, *Turritella imbricataria* et *Eupatagus ornatus.*
370,	2 *et* 3,	*supprimez :* une foule d'Échinodermes nouveaux, *et lisez :* ..... qu'on trouve à Biaritz, et des Polypiers du genre *Montivaltia.*
441,	4 *en remontant, au lieu de :*	Soriquet, *lisez :* Sorignet.
504,	22,	*au lieu de :* Chaussailles, *lisez :* Chauffailles.
522,	15,	*au lieu de :* S.-Viante, *lisez :* S. Vicente, *dans tout le cours de la note.*
522,	4 *en remontant, au lieu de :*	*Orbitoidea, lisez : Orbitoides.*
523,	5 *en remontant, au lieu de :*	caractérise, *lisez :* caractérisent.
523,	25,	*au lieu de :* calcaire à Dicérates, *lisez :* calcaire à *Caprotina.*
564,	5 *en remontant, au lieu de :*	Milan, *lisez :* Mittau.
566,	2,	*au lieu de :* du Black-Hills, *lisez :* des Black-Hills.
566,	4 *et* 6,	*au lieu de :* roches mountains, *lisez : rocky mountains.*
567,	n° 17,	*au lieu de : Crucella, lisez : Aucella.*
567,	37,	*supprimez la virgule après :* plus haut.
572,	28,	*au lieu de :* plus à l'O., *lisez :* plus à l'E.
629,	18,	*au lieu de :* Saint-Jean-sur-Eure, *lisez :* Saint-Jean sur-Erve.
680,	14 *en remontant, au lieu de :*	Drouet, *lisez :* Drouot.
681,	8,	*mettre deux points* (:) *après* Cahors.
683,	6 *en remontant, au lieu de :*	Coulombiè, *lisez :* Coulombié.
683,	15 *en remontant, au lieu de :*	*Exogira, lisez : Exogyra.*
696,	3,	*au lieu de :* Nanteuil-la-Foire, *lisez :* Nanteuil-la-Fosse.
355,	*fig.* 4,	*au lieu de :* Avignon, *lisez :* Aveyron.

NOTICE BIOGRAPHIQUE

SUR

LÉOPOLD PILLA,

LUE A LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE,

DANS LA SÉANCE DU 16 AVRIL 1849,

PAR

M. COQUAND.

Rappeler les travaux nombreux qui avaient placé Pilla au rang des géologues les plus éminents de l'Italie, c'est honorer à la fois la mémoire d'un confrère dont nous déplorons tous la perte récente, et rehausser par un tribut d'éloges mérités la grandeur d'âme d'un citoyen qui sacrifia noblement à sa patrie une vie déjà illustre, et que l'avenir promettait de rendre plus illustre encore. Oui, l'Italie a toujours été la *tellus magna virûm*. Les vicissitudes de la guerre, les fureurs des discordes civiles, les affronts de la domination étrangère ont bien pu éclipser son prestige politique, mais ils n'ont point étouffé son génie. Le souffle des révolutions a respecté la triple auréole dont les sciences, les lettres et les arts ont couronné son front. En confiant à un de ses amis la mission de retracer ses titres scientifiques, la Société lui impose un devoir bien douloureux ; mais son cœur l'accepte avec attendrissement et reconnaissance, car l'hommage public rendu aux vertus de ceux que nous avons aimés semble les faire revivre au milieu de nous, et adoucir les arrêts du destin qui nous les a trop tôt ravis.

Léopold Pilla est né Napolitain. Jeune encore, les scènes émouvantes du Vésuve avaient saisi son imagination et décidé sa vocation scientifique. Il entreprit en 1832 de composer les annales de ce volcan, dont il traça l'histoire dans deux recueils périodiques (1). C'est à cette époque qu'il constata la production des flammes dans les éruptions volcaniques, et qu'il en déduisit les conclusions ingénieuses que vous connaissez et que vous avez jugées dignes d'être consignées dans la collection de vos Mémoires (2). Cette œuvre déjà si remarquable, et qui à elle seule aurait suffi à

---

(1) *Spettatore del Vesuvio et Bulletino del Vesuvio.* Napoli, 1832.

(2) *Soprà la produzione delle fiamme nei vulcani, e soprà le conseguenze che se ne possono tirare.* Atti del congresso di Lucca, 1845

établir sa réputation scientifique, fut bientôt suivie de nombreux travaux qui jetèrent sur son nom un nouvel éclat. L'étude du volcan éteint de Rocca Monfina, dans la Campanie (1), illustra la théorie des cratères de soulèvement, et l'enrichit de documents de la plus haute importance.

Esprit à la fois philosophique et cultivé, il savait généraliser et décrire, allier l'érudition au bon goût, et prêter à des questions de haute science cette grâce, ce pittoresque de style qui les rend populaires sans rien leur faire perdre de leur exactitude. Son amour pour la géologie allait jusqu'à l'enthousiasme : aussi exerça-t-il autour de lui une propagande que quelques esprits jaloux ne lui pardonnèrent point, et qu'ils lui firent expier par l'exil volontaire. Apôtre de la science, il en devint le martyr. Ainsi, rien n'a manqué à sa gloire. C'est le privilége des hommes de génie d'être persécutés. Pilla, obligé de céder à l'orage, quitta Naples ; mais par ses écrits il appartenait à l'Italie entière, et l'acclamation unanime qui le salua dans la chaire occupée jadis par Galilée, et que lui offrit la libéralité du grand-duc de Toscane, fut son triomphe et sa vengeance.

Outre les ouvrages que nous avons mentionnés, on connaissait de lui un *Traité minéralogique des roches* (2), une *Introduction à l'étude de la minéralogie* (3), et un *Itinéraire géologique de Naples à Vienne* (4). Aussi, en applaudissant aux productions nouvelles qu'enfantait son activité, et qui le firent mieux apprécier par la nation qui l'avait adopté, les Toscans n'eurent qu'à sanctionner eux-mêmes le jugement qu'ils avaient déjà porté de notre savant, d'après sa réputation et d'après ses œuvres.

Pilla laissa son cœur à Naples. Naples renfermait toutes ses affections, un père qui avait guidé ses premiers pas dans la carrière de la science, sa famille, un sol classique qui lui avait livré le secret de ses révolutions, une majesté de paysage que ne pouvaient lui rendre les plaines monotones de Pise, et surtout *son* Vésuve. C'est ainsi qu'il appelait la montagne qu'il venait étudier chaque jour, et du haut de laquelle la nature se présentait à lui dans ses contrastes les plus saisissants, en déroulant à son regard le spectacle de ses convulsions souterraines à côté du délicieux tableau du golfe de Baia. Chacune de ces pensées le ramenait vers Naples.

---

(1) *Mémoires de la Société géologique de France*, t. I, 2e série

(2) *Trattato mineralogico delle Roccie*. Napoli.

(3) *Introduzione allo studio della geologia*. Napoli.

(4) *Osservazioni geologiche che si possono fare lungo la strada da Napoli a Vienna*.

Quand du haut des terrasses de Campiglia nos regards s'égaraient des cimes du mont Amiata aux rivages de Popolonia, et de l'Archipel toscan aux horizons lointains de la Corse et de la Sardaigne, mon pauvre ami interrompait souvent nos rêveries en disant : « C'est presque aussi beau qu'à Naples ; mais il y manque mon Vésuve. » Et puis se reprenant : « Quel malheur, ajoutait-il, que Werner n'ait point fondé la géologie à Naples : il l'eût faite plutonienne. » Ainsi l'amour de la patrie et le souvenir de ses merveilles se confondaient dans son cœur avec le culte de la science, et prêtaient à ses conversations animées et poétiques une mélancolie touchante qui en tempérait agréablement la vivacité.

Pendant les années qu'il a professé à Pise, Pilla a publié successivement : un *Essai comparatif des terrains qui composent le sol de l'Italie* (1) ; un recueil sur les *Richesses minérales de la Toscane* (2) ; deux mémoires *sur le terrain étrurien* (3) ; l'*Histoire du tremblement de terre survenu en Toscane*, *en* 1846 (4) ; plusieurs notices *sur le Calcare-rosso* et *sur la température observée dans le puits de Monte-Massi* (5) ; enfin, le premier volume de son *Traité de géologie* (6). L'ouvrage complet devait former quatre tomes in-8. La rédaction en était achevée ; mais la mort a laissé son œuvre incomplète. Comme ces divers écrits sont entre les mains de tous les géologues, nous n'en présenterons point l'analyse, qui ne serait qu'un pâle reflet des tableaux qui sont présents à votre mémoire. Je dirai seulement que les hautes considérations de physique générale du globe auxquelles il s'est élevé dans l'appréciation et la recherche des causes des tremblements de terre, le plan large et méthodique sur lequel il avait assis son *Traité de géologie*, en nous donnant la mesure de la fécondité et de la maturité de son intelligence, nous montrent en même temps l'importance du rôle réservé à un savant que la mort a enlevé de la scène du monde, avant qu'il eût accompli sa trente-sixième année.

---

(1) *Saggio comparativo dei terreni che compongono il suolo de l'Italia.* Pisa.

(2) *Breve cenno soprà la richezza mineralogica della Toscana.* Pisa.

(3) *Sulla vera posizione del terreno di macigno in Italia.* Pisa. — Et *Mémoires de la Société géologique de France*, 2e série, t. II.

(4) *Storia del tremuoto che ha devastato i paesi della costa Toscana, il di* 14 *agosto* 1846 Pisa.

(5) *Miscellanee di fisica e di storia naturale di Pisa*, *anno* 1, *Num.* 7 *et* 8.

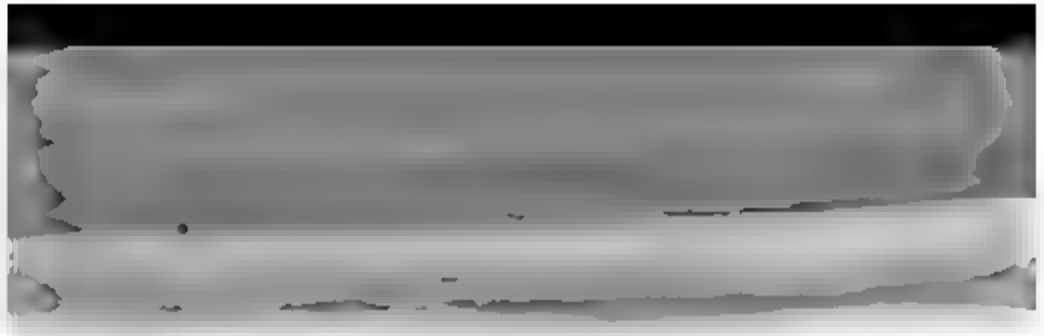
(6) *Trattato di geologia*, t. I. Pisa, 1847.

La guerre de l'indépendance éclata au moment même où Pilla se disposait à parcourir le nord de l'Europe, afin de compléter par la comparaison des terrains ses études de géologie pratique. Tout ce que l'Italie renfermait de cœurs généreux tressaillit au bruit de l'insurrection de Milan, et les universités de Pise et de Sienne, en demandant des armes et en volant les premières au danger, montrèrent que les âmes éprouvées dans le feu de la science sont aussi trempées pour les grandes choses. Pilla marcha à la tête de ses élèves, et il les conduisit dans le chemin de la gloire, comme il les avait guidés dans celui de la philosophie. L'amour de la patrie et la soif de son indépendance avaient, en subjuguant son cœur, étouffé les calculs de la raison sous les entraînements et le délire de l'enthousiasme. Il avait prévu l'issue de la lutte ; car il me disait quelques jours avant de s'acheminer vers les plaines lombardes : « L'heure de l'échéance a sonné ; l'Italie escompte par quatorze siècles de servitude la splendeur de ses premiers temps. On nous conduit à la boucherie ; mais nous devons apprendre à nos enfants à mourir, pour qu'ils sachent un jour vouloir et devenir libres. »

La légion universitaire formait un petit corps qui, placé à l'aile droite de l'armée piémontaise, occupait les positions de Curtatone et de Montanara. L'effort principal de l'armée autrichienne se porta sur ses lignes, dans l'affaire du 29 mai 1848. Attaqués par 13,000 impériaux, les Toscans résistèrent courageusement pendant une journée, et ils ne se replièrent qu'en laissant plus de 250 des leurs sur le champ de bataille. Leur résistance héroïque prépara le succès de Goïto. Parmi les morts se trouvait Pilla.

L'échec de Curtatone et la fin du professeur de Pise furent dans la Péninsule un deuil général. Brescia réclama ses dépouilles, et c'est dans la patrie du fameux Arnaldo que repose ce nouveau martyr de la vieille cause italienne. Les Brescians se sont montrés dignes du dépôt que leur avait confié l'Italie. Un peuple qui proteste par le sacrifice de sa vie contre les injustices de la fortune est, quoi qu'on en dise, digne de la liberté. Les ruines fumantes de la cité lombarde couvrent la honte de la journée de Novare. Un soleil plus glorieux luira pour l'Italie... elle reconstruira son édifice national... Puisse-t-elle réparer aussi la perte qu'elle a faite, et que nous avons faite avec elle, d'un savant que nous lui avions envié, et qui fut l'un des membres les plus éminents et les plus regrettés de notre Société !

PARIS. — IMPRIMERIE DE L. MARTINET,
RUE MIGNON, 2.



BRANNE
GEOL. LI

550.6
S68
ser.2 v.6
1848-49 NAME

Return this book on or before date due.